

Dnes si pravděpodobně nikdo nedovede představit, jak bylo možné poslouchat hudbu a zpěv z gramofonů na kliku, z Edisonových hracích „strojů“ a podobných přístrojů, které v dnešní době budí již jen shovívavý úsměv. Stálá snaha dosáhnout co nejvěrnější reprodukce hudby, aby se její vjem co nejvíce přibližoval osobnímu poslechu při koncertu, v divadle apod., dovedla reprodukční zvukovou techniku až k dnešnímu stavu – k jakostní reprodukci, které se všeobecně říká Hi-Fi.

Rozvoj snímací i reprodukční techniky (neboť obě se na výsledném efektu – kvalitní reprodukci – podílejí stejnou měrou)

jistě vrcholem jakostní reprodukce. Je to pochopitelné, neboť dojem, zcela ekvivalentní osobnímu poslechu koncertu, bychom vlastně mohli mít jen tehdy, kdyby zvuk každého nástroje nebo alespoň každé skupiny nástrojů byl přenášen nebo zaznamenáván jako jeden kanál a jako takový také reprodukován. Znamenalo by to tedy nahradit dnešní dvoukanálovou reprodukci reprodukcí mnohakanálovou – co to technicky znamená, je jistě každému jasné.

A tak tedy co dál? Jak se bude dále vyvíjet stereofonie, nebo jaký nový systém ji nahradí? Lze vůbec nějak přesně nahrát a reprodukovat hudební dílo

## CHCETE MÍT DOKONALÝ POSLECH?

byl umožněn nejen novými teoretickými výzkumy, ale také objevem nových materiálů pro snímací i reprodukční zařízení. V rozvoji tohoto odvětví sdělovací techniky hraje velkou roli i konkurenční boj jednotlivých firem, které se výrobou Hi-Fi zařízení zabývají.

Výsledkem těchto tří na sobě závislých činitelů je i tzv. stereofonní reprodukce. V podobě tzv. nízkofrekvenční stereofonie ji známe z praxe již několik let; první stereofonní gramofonové desky uvítal každý milovník věrné reprodukce jako významný krok k dosažení dokonalé reprodukce hudby, především velkých hudebních těles. Po několika letech zkušeností se stereofonií můžeme dnes říci, že znamená opravdový pokrok při reprodukci hudby, i když...

Ve slovech „i když“ se vlastně skrývá záruka pokroku, neboť stereofonie není

i s dozvukem sálu, lze reprodukovanou hudbou nahradit atmosféru, která vytváří celkový dojem? Na tyto otázky je těžké odpovědět. Lze však předpokládat, že stereofonní reprodukce nebude ještě dlouho překonána – především u nás, kde se již dlouhá léta mluví o zavedení pravidelných rozhlasových stereofonních vysílání na VKV, ale zatím kromě ne příliš častých a nepravidelných zkušebních stereofonních přenosů se rozhlasový posluchač dočkal jen slibů – navíc ještě většinou velmi mlhavých.

Přesto je v stereofonní technika velmi zajímavá a souhrnně se o ní ví velmi málo – proto jsme toto číslo RK věnovali právě této problematice a především tomu, co může amatér udělat, aby si zajistil dokonalý poslech stereofonních pořadů.

# STEREOFONNÍ PŘIJÍMAČE

## nastavování a opravy

Ing. Karol Hodinár – Ing. Miroslav Studničný

### Základy vysokofrekvenčního přenosu stereofonních programů

#### Přenosové systémy s pilotním kmitočtem

V začátcích stereofonního rozhlasového vysílání bylo nutné překonat značné těžkosti. Jejich příčinou je velký počet různých, více nebo méně rovnocenných systémů. Technické kruhy v jednotlivých státech stály před problémem vybrat některý z vhodných způsobů a uzákonit jej formou závazné normy. Dnes je tento problém téměř vyřešen. V USA byl v roce 1961 normalizován stereofonní systém, nazvaný FCC (podle komise, která tento systém vybrala). V evropských zemích doporučila CCIR používat tento částečně upravený americký systém.

Při zavádění stereofonního rozhlasu a při výběru systému rozhlasové stereofo- nie bylo třeba přihlédnout k řadě technických požadavků. Základním je požadavek slučitelnosti, tj. stereofonní program musí být možné přijímat monofonním přijímačem (samozřejmě monofonně) a opačně stereofonní přijímač musí umožňovat příjem dosavadních monofonních vysílačů bez citelnějšího zhoršení kvality příjmu. Celkově se podmínky příjmu stereofonních signálů oproti dosavadnímu vysílání nesmějí zhoršovat, dosah vysílače i poměr signálu k šumu na přijímací straně musí být dodržen. Stereofonní vysílač nesmí zabírat podstatně větší šířku kmitočtového pásma než vysílač monofonní, aby bylo

možné zachovat dosavadní hustotu vysílačů. To znamená, že v pásmu VKV nesmí šířka pásma vysílače překročit asi 250 kHz, aby ostatní vysílače na sousedních kanálech nebyly rušeny. Po ekonomické stránce musí být přestavby monofonních vysílačů na stereofonní přijatelné a nemělo by dojít ani k podstatnému zvýšení ceny stereofonního přijímače ve srovnání s kvalitním monofonním.

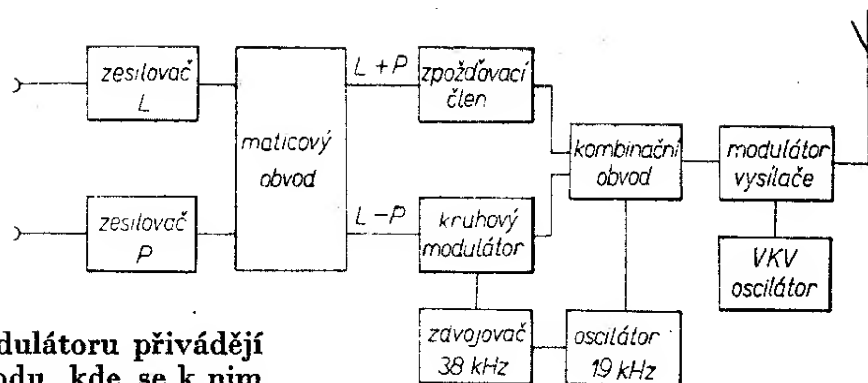
#### Stereofonní norma FCC a její evropská modifikace

Americká norma FCC je modifikací systému s pilotním kmitočtem a je založena na principu systémů Zenith a GEC. Jak jsme již řekli, tvoří tato norma základ pro evropskou normu a proto ji popíšeme podrobněji.

Signály z pravého a levého kanálu se vedou přes příslušné zesilovače, které obsahují také členy preemfáze (75  $\mu$ s), do maticového obvodu (obr. 1). V maticovém obvodu se ze signálu levého a pravého kanálu vytvoří součtový signál  $L + P$  (označovaný někdy písmenem M) a rozdílový signál  $L - P$  (označovaný někdy S). Rozdílový signál  $L - P$  se dále přivádí do modulačního zařízení, které potlačuje nosný kmitočet (např. kruhový modulátor). Do modulátoru se přivádí i pomocný nosný kmitočet 38 kHz, vytvořený z pilotního kmitočtu jeho násobením (druhá harmonická).

V kruhovém modulátoru se rozdílový kmitočet  $L - P$  amplitudově namoduluje na pomocný nosný kmitočet 38 kHz, přičemž se pomocný nosný kmitočet potlačí. Postranní pásma pomocné nos-

Obr. 1. Vytvoření zakódovaného stereofonního signálu podle systému FCC

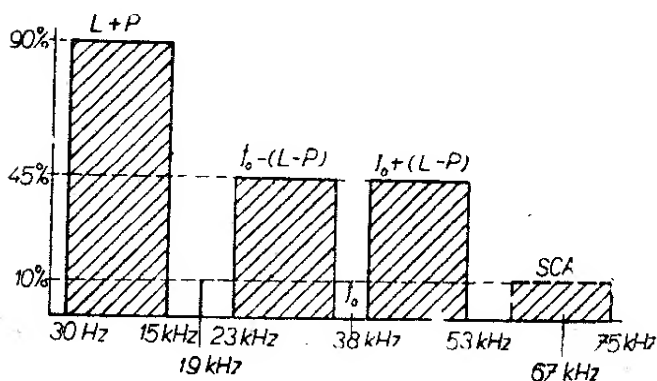


né se z kruhového modulátoru přivádějí do kombinačního obvodu, kde se k nim přidává součtový signál  $L + P$  a vlastní kmitočet, tj. 19 kHz. Součtový signál  $L + P$  se do kombinačního obvodu přivádí přes zpožďovací člen, jímž se kompenzuje zpoždění rozdílového signálu v modulátoru tak, aby oba signály nebyly vzájemně fázově posunuty. Zakódovaný stereofonní signál, vytvořený v kombinačním obvodu, se po zesílení přivádí do modulačního stupně vysílače VKV.

Norma FCC připouští ještě přenos třetího kanálu, označovaného SCA, jehož signál se namoduluje na pomocný nosný kmitočet 67 kHz. Jeho podíl na celkové modulaci vysílače nesmí překročit 10 % celkové modulační úrovně. Spektrum zakódovaného stereofonního signálu podle normy FCC je na obr. 2.

Zakódovaný stereofonní signál lze získat také použitím obvodů pracujících na principu časového multiplexu, tj. rychlým přepínáním signálů z levého a pravého kanálu.

Na přijímací straně se vysokofrekvenční signál nejprve zpracovává obvyklým způsobem ve vysokofrekvenční a mezifrekvenční části přijímače VKV a po



Obr. 2. Spektrum zakódovaného stereofonního signálu FCC

demodulaci v poměrovém detektoru se signál zakódovaný podle obr. 2 přivádí do dekodovacích obvodů. Křivka selektivity mezifrekvenční části a křivka S poměrového detektoru musí být o něco širší než u monofonních přijímačů.

Dekodovací obvody mohou pracovat např. opačným postupem, který se uplatňuje při vytváření zakódovaného stereofonního signálu, tj. složky zakódovaného signálu se nejprve rozdělí, z pilotního kmitočtu se získá kmitočet pomocné nosné vlny, uskuteční se demodulace rozdílového signálu  $L - P$  a nakonec se v maticovém obvodu vytvoří ze signálů  $L + P$  a  $L - P$  signály levého a pravého kanálu. Ty se dále zpracovávají ve dvoukanálovém nízkofrekvenčním zesilovači.

Kromě tohoto způsobu dekodování maticovým dekodérem lze signál dekodovat polaritním dekodérem nebo dekodérem pracujícím na principu časového přepínání.

Norma FCC předpisuje pro zakódovaný stereofonní signál tyto vlastnosti:

1. Hlavní modulační kanál tvoří součet levého a pravého stereofonního kanálu.

2. Pilotní kmitočet 19 kHz se stabilitou  $\pm 2$  Hz moduluje nosnou vlnu na 8 až 10 % plného kmitočtového zdvihu.

3. Pomocná nosná vlna je druhou harmonickou pilotního kmitočtu a je ve fázi s pilotním kmitočtem. To znamená, že při grafickém znázornění pomocná nosná vlna protíná časovou osu směrem nahoru vždy v těch okamžicích, kdy časovou osu protíná i pilotní kmitočet.

4. Pomocná nosná vlna je modulována amplitudově a její kmitočet 38 kHz musí být za modulátorem potlačen tak, aby nemoduloval hlavní nosnou vlnu více

než na 1 % celkového kmitočtového zdvihu.

5. Modulačním signálem pro pomocnou nosnou je rozdílový signál levého a pravého kanálu se šířkou přenášeného kmitočtového pásma 30 Hz až 15 kHz. Použité obvody preemfáze mají časovou konstantu 75  $\mu$ s. Součtový signál má stejný kmitočtový rozsah a stejnou časovou konstantu jako preemfáze.

6. Obě postranní pásma pomocné nosné vlny mohou modulovat hlavní nosnou vlnu maximálně na 45 % celkového kmitočtového zdvihu, je-li nízkofrekvenční modulace jen v jednom kanále. Celkový kmitočtový zdvih vysílače od součtové a rozdílové složky může být maximálně 90 %.

7. Amplitudová charakteristika hlavního kanálu musí souhlasit s pomocným kanálem včetně preemfáze na  $\pm 0,3$  dB. Fázová odchylka smí být maximálně  $\pm 3^\circ$ . Při dodržení těchto parametrů se považuje 29,7 dB za minimální úroveň přeslechu v celém přenášeném pásmu od 30 Hz do 15 kHz.

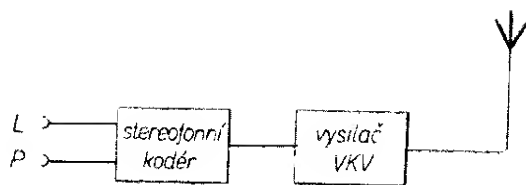
8. Požadavky na zkreslení jsou pro pomocný kanál stejné jako pro hlavní kanál, tedy i pro monofonní provoz. Zkreslení, měřené přes celý řetězec, nesmí přesáhnout 3,5 % mezi 50 až 100 Hz, 2,5 % mezi 100 až 7 500 Hz a 3 % v rozsahu 7,5 až 15 kHz.

9. Přenášení programu SCA (hudební pozadí pro reklamní účely apod.) prostřednictvím dalšího kanálu je dovoleno, pomocný nosný kmitočet 67 kHz nesmí však modulovat hlavní nosnou vlnu na více než 10 % celkového kmitočtového zdvihu. Přeslech mezi dalším pomocným kanálem a kterýmkoli ze stereofonních kanálů musí být při vybuzení hlavní nosné vlny lepší než 60 dB.

V dalším textu je jako hlavní kanál označována přenosová cesta součtového signálu  $L + P$ , pomocným kanálem se rozumí přenosová cesta rozdílového signálu  $L - P$  a postranních pásem pomocné nosné vlny s namodulovaným rozdílovým kmitočtem  $L - P$ .

Matematicky je možné vyjádřit zakódovaný stereofonní signál rovnicí

$$u_t = (u_L + u_P) + (u_L - u_P) \cos \omega_{nt},$$



Obr. 3. Blokové schéma stereofonního vysílače

kde  $u_t$  je napětí o kmitočtu pomocné nosné vlny,

$u_L$  průběh nízkofrekvenčního signálu v levém kanálu,

$u_P$  průběh nízkofrekvenčního signálu v pravém kanálu.

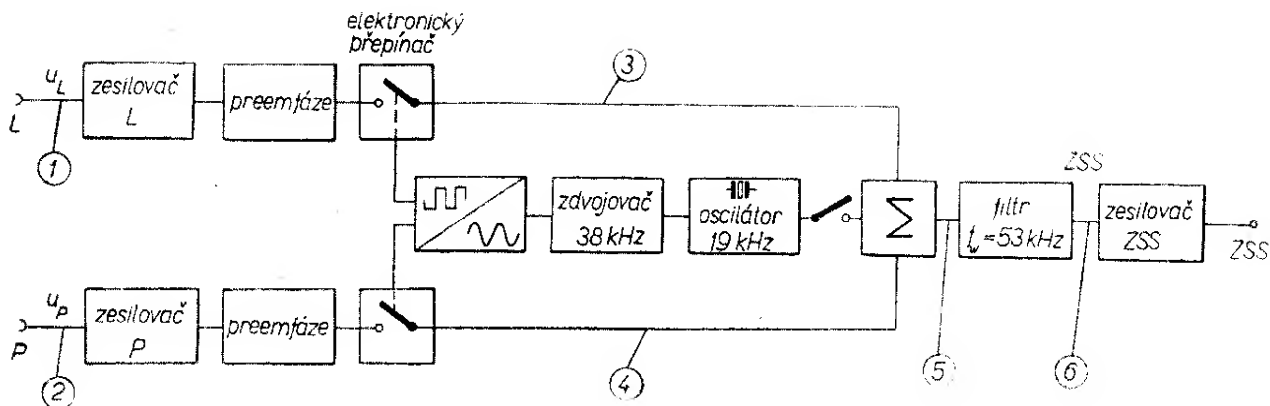
Pro Evropu doporučila konference CCIR použít pro vysílání stereofonního rozhlasu americkou normu FCC s některými úpravami. V evropských poměrech se nepočítá s používáním dalšího pomocného kanálu SCA, časová konstanta obvodů preemfáze byla stanovena na 50  $\mu$ s a bylo předepsáno použití krystalem řízeného oscilátoru pro vytvoření pilotního kmitočtu.

## Technika a současný stav stereofonního vysílání

K vysílání stereofonních rozhlasových programů lze použít každý kmitočtově modulovaný vysílač na velmi krátkých vlnách, který dovoluje modulaci kmitočtovým spektrem od 30 Hz do 53 kHz a jehož celkové zkreslení je v dovolených mezích. Úprava běžných monofonních vysílačů na stereofonní vysílání spočívá proto hlavně v úpravách modulačního stupně vysílače a v přidání nové jednotky – stereofonního kodéru. Ve stereofonním kodéru se ze signálu levého a pravého kanálu získává zakódovaný stereofonní signál odpovídající normě, jímž se pak moduluje vysílač (obr. 3).

V rozhlasovém studiu spočívají úpravy především v instalaci dvoukanalových stereofonních nízkofrekvenčních zařízení (magnetofonů, gramofonů a režírovacích stolů) a v úpravě nahrávacích prostorů.

Podstatnou a novou částí stereofonních vysílačů je stereofonní kodér, který vytváří zakódovaný stereofonní signál potřebné kvality. Zakódovaný signál je



Obr. 4. Blokové schéma stereofonního kodéru s časovým přepínáním

možné získat již popsaným klasickým způsobem nebo na principu multiplexu (časového přepínání). Podle toho můžeme i kodéry rozdělit na maticové a kodéry s časovým přepínáním.

Na obr. 4 je blokové schéma kodéru s časovým přepínáním. Tento typ se používá v převážné míře, protože má proti maticovému kodéru řadu předností. Největší jeho výhodou je, že není třeba měnit vstupní signály na součtové a rozdílové, což umožňuje zachovat u zakódovaného stereofonního signálu přesně poměr amplitud součtového a rozdílového signálu, který je obsažen v postranních pásmech, a to v celém kmitočtovém pásmu od 30 Hz do 15 kHz.

Signál levého a pravého kanálu se stejně jako v maticovém kodéru nejdříve zesiluje a vede přes členy preemfaze. Nepřivádí se však do maticového obvodu, ale přímo na elektronický přepínač, který v rytmu pomocné nosné vlny 38 kHz přepíná na výstup střídavě signál z levého a pravého kanálu (obr. 5).

Matematicky se dá výstupní signál vyjádřit Fourierovým rozvojem

$$u_t = (u_L + u_P) + (u_L - u_P) \frac{4}{\pi} \cdot \left( \cos \omega_n t - \frac{1}{3} \cos 3 \omega_n t + \frac{1}{5} \cos 5 \omega_n t - \dots \right).$$

Budou-li vyšší harmonické kmitočty pomocné nosné vlny vyfiltrovány, dostaneme signál

$$u_t = (u_L + u_P) + (u_L - u_P) \frac{4}{\pi} \cos \omega_n t,$$

který se od normou FCC stanoveného tvaru zakódovaného stereofonního signálu

liší jen koeficientem  $\frac{4}{\pi}$  u rozdílové složky.

Zvětšení amplitudy rozdílové složky  $u_L - u_P$  u kodéru s časovým přepínáním je možné kompenzovat vhodnou úpravou vstupních signálů. Při zachování těchto podmínek je výsledný zakódovaný stereofonní signál úplně totožný se signálem získaným v maticovém kodéru. Jednotlivé fáze vytváření zakódovaného signálu v obou uvedených kodérech jsou na obr. 5.

Zakódovaný stereofonní signál vytvořený v kodéru s časovým přepínáním se sčítá s pilotním kmitočtem a vede přes dolní propust 0 až 53 kHz do výstupního zesilovače.

Jako elektronický přepínač může sloužit elektronkový, tranzistorový nebo diodový přepínač. V kvalitnějších kodérech se používá tranzistorový přepínač nebo přepínač se speciálními elektronkami.

Stereofonní vysílání se doposud nejvíce rozšířilo v USA, neboť norma FCC byla schválena již 19. 4. 1961, tj. v době, kdy ostatní státy teprve zkoumaly možnosti použití jednotlivých systémů. S pravidelným vysíláním se v USA začalo v červnu téhož roku. Americkou normu přijala jako první Kanada (v září téhož roku). Japonská norma z roku 1963 je rovněž modifikací americké FCC.

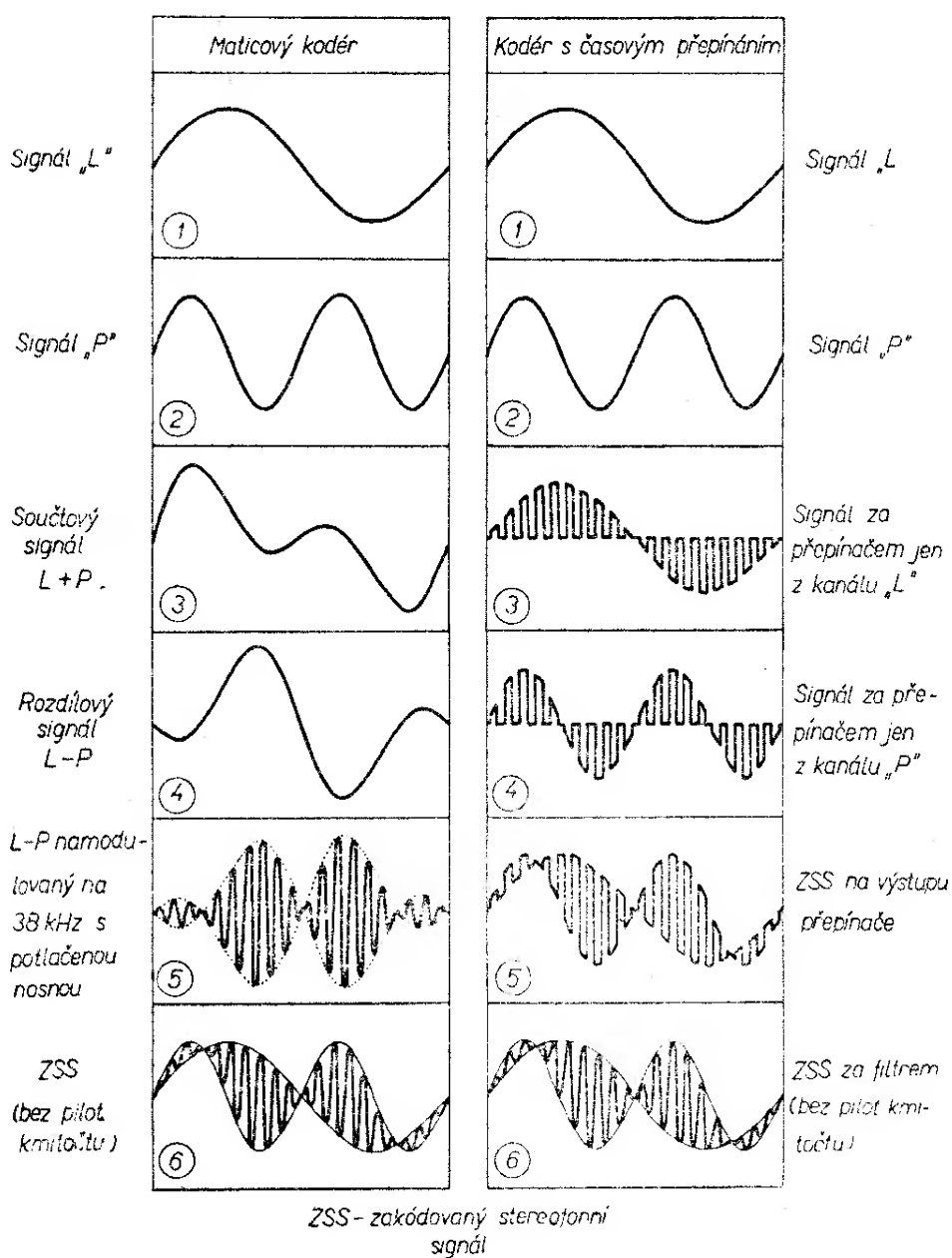
Evropské státy zaujímaly až do roku 1963 většinou vyčkávací stanovisko; konaly se jen ojedinělé pokusy s vysíláním a ověřovaly se různé systémy. Jako začátek stereofonního vysílání v Evropě

Ize označit rok 1964, kdy komise CCIR doporučila členským státům upravenou americkou normu FCC. Většina vyspělých evropských států začala s pokusným vysíláním, pravidelné vysílání stereofonních pořadů však začalo až v letech 1966 a 1967.

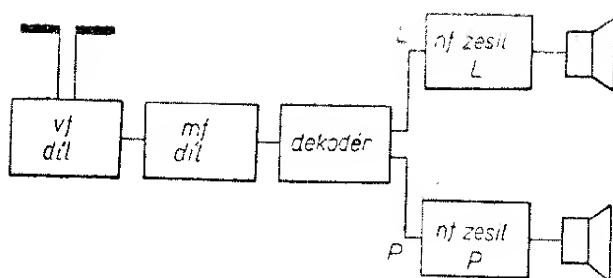
Pro členské státy OIR lze označit za mezník prosinec 1964, kdy bylo na konferenci v Praze členským státům doporučeno, aby se podle svých specifických

podmínek rozhodly mezi systémem s pilotním kmitočtem a systémem s polární modulací. Systém s pilotním kmitočtem převzaly ihned NDR a ČSSR.

Oficiální pokusné vysílání v ČSSR bylo zahájeno v březnu 1966 v Praze. Po Praze následovalo pokusné vysílání v Bratislavě od května 1968. S pravidelným vysíláním stereofonních pořadů se počítá v roce 1969 na celostátním okruhu ČS II na VKV.



Obr. 5. Vytváření zakódovaného stereofonního signálu v maticovém kódéru a v kódéru s časovým přepínáním



Obr. 6. Blokové schéma stereofonního přijímače

## Dekodéry stereofonního signálu

Příjem stereofonního rozhlasového vysílání vyžaduje úpravy i na přijímací straně. Stereofonní přijímač se v podstatě skládá ze vstupního a mezifrekvenčního dílu obvyklého monofonního přijímače (s větší šířkou pásma), dekodovacích obvodů a dvoukanalového nízkofrekvenčního zesilovače. Blokové schéma stereofonního přijímače je na obr. 6.

Stereofonní dekodér je zařízení, jímž se ze zakódovaného stereofonního signálu získává nízkofrekvenční signál levého a pravého kanálu. Dekodér bývá většinou samostatným mechanickým celkem, který se zapojuje mezi poměrový detektor a dvoukanalový nízkofrekvenční zesilovač.

Každý dekodér potřebuje pro svoji činnost obnovený signál pomocné nosné vlny 38 kHz. Ten se získává z pilotního kmitočtu zdvojení nebo synchronizací oscilátoru. V podstatě se tedy dekodér skládá vždy ze dvou částí: z obnovovače pomocné nosné vlny a z vlastních dekodovacích obvodů.

Dekódování se může uskutečnit opět dvěma způsoby: oddělením součtové a rozdílové složky (maticový dekodér) nebo časovým přepínáním (dekodér s časovým přepínáním). Kromě těchto dvou způsobů je znám ještě třetí, který je však jen obměnou prvních dvou. Při tomto způsobu se dekóduje tak, že se demodulují obálky zakódovaného signálu s přidanou pomocnou nosnou vlnou (dekodér s polárním demodulátorem).

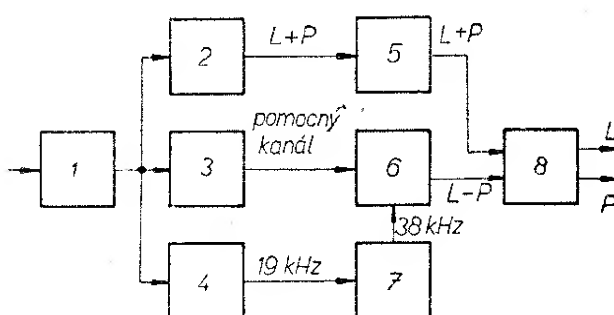
## Maticový dekodér

Maticový dekodér pracuje opačným způsobem, než jakým se na vysílací straně vytváří zakódovaný stereofonní signál. Blokové schéma maticového dekodéru je na obr. 7. Zakódovaný stereofonní signál se nejdříve zesiluje v předzesilovači 1. Působením filtrů (2, 3, 4) se rozdělí na součtový signál  $L + P$  (hlavní kanál), na signál obsahující postranní pásma pomocné nosné vlny s modulovaným rozdílovým signálem  $L - P$  (pomocný kanál) a na pilotní kmitočet 19 kHz. Pomocí pilotního kmitočtu se v obnovovači 7 vytvoří signál pomocné nosné vlny 38 kHz, který se spolu s kmitočty pomocného kanálu přivádí do demodulátoru. V demodulátoru získaný pomocný signál  $L - P$  se spolu s součtovým přivádí do maticového obvodu 8, kde se sčítáním a odčítáním vytvoří signály levého a pravého kanálu. Demodulační obvod lze s výhodou sestavit ze dvou demodulátorů opačné polarizace, z nichž se získají signály  $(L - P)$  a  $-(L - P)$ . Jejich přičtením k součtové složce získáme signály  $L$  a  $P$ :

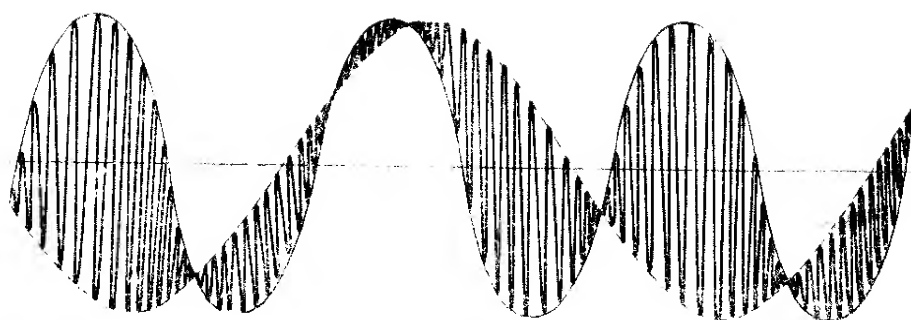
$$(L + P) + (L - P) = 2L,$$

$$(L + P) - (L - P) = 2P.$$

Demodulátor proto bývá obvykle zapojen jako vyvážený kruhový demodulátor nebo jako souměrný detektor v můst-



Obr. 7. Blokové schéma maticového dekodéru: 1 – předzesilovač, 2 – dolní propust 30 Hz až 15 kHz, 3 – pásmová propust 23 až 53 kHz, 4 – filtr 19 kHz, 5 – korekční členy amplitudy a fáze, 6 – demodulátor, 7 – obnovovač pomocné nosné vlny, 8 – maticový obvod

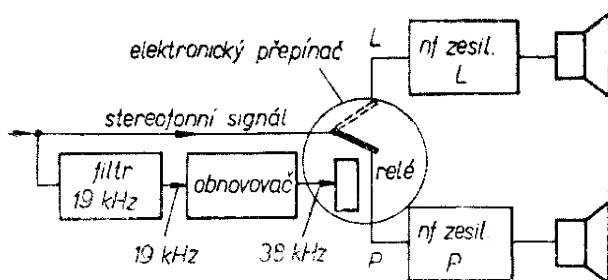


Obr. 8. Průběh zakódovaného stereofonního signálu (obálka průběhu pravého kanálu je vyznačena plně, levého čárkovaně)

kovém zapojení. Výhodou vyváženého demodulátoru je potlačení nežádoucího signálu pomocné nosné na výstupu.

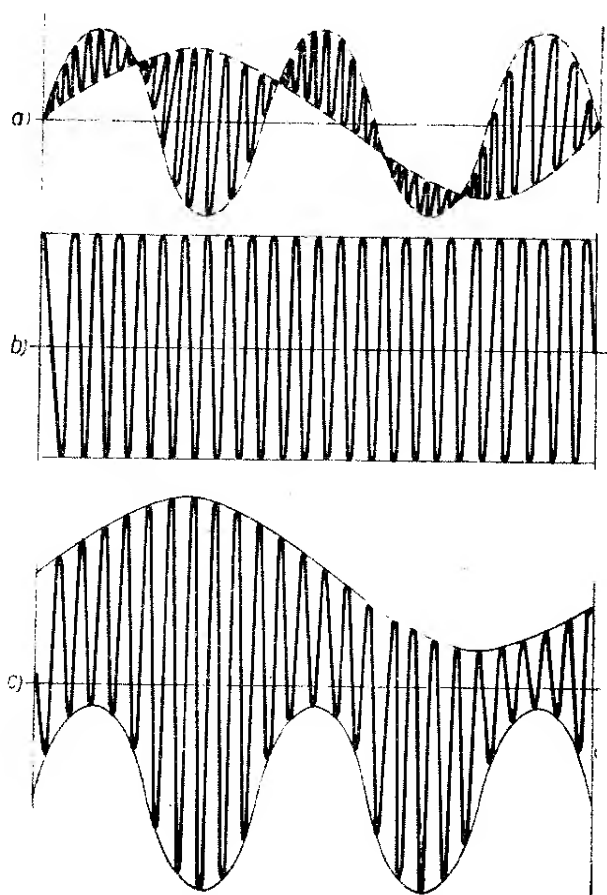
### Dekodér s časovým přepínáním

Pro lepší pochopení činnosti tohoto dekodéru je na obr. 8 znázorněn průběh zakódovaného stereofonního signálu bez pilotního kmitočtu. Z obrázku je zřejmé, že modulační obálky tohoto signálu tvoří přímo signály levého a pravého stereofonního kanálu. Protože je základní nosný kmitočet potlačen, modulační obálky se protínají. Maxima a minima zbytků pomocného nosného kmitočtu leží střídavě vždy na obálce pro levý a pravý kanál. Signály obou kanálů lze snadno získat tím, že zakódovaný stereofonní signál bude v rytmu kmitočtu 38 kHz přepínán střídavě na vstup levého a pravého kanálu. Takto získané signály mají charakter pulsů s opakovacím kmitočtem 38 kHz a správný průběh signálů L a P se získává členy RC. Tento způsob dekódování stereofonního signálu představuje opačný postup získávání zakódovaného signálu na principu časového přepínání (multiplexu).



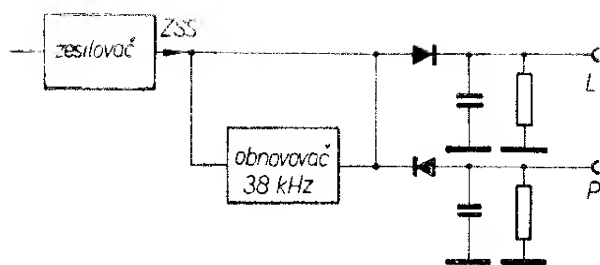
Obr. 9. Blokové schéma dekodéru s časovým přepínáním

Blokové schéma dekodéru je na obr. 9. Na vstupu se odděluje pilotní kmitočet 19 kHz a vede se do zdvojovače (obnovovače pomocné nosné vlny). V obnovovači získaný kmitočet 38 kHz přepíná v přepínači synchronně s kmitočtem pomocné nosné signál na zesilovač levého nebo pravého kanálu. Jako elektronický přepínač se používá kruhový demodulátor, křížový demodulátor nebo dvojitý diodový můstek.



Obr. 10. Zakódovaný stereofonní signál s obnovenou pomocnou nosnou vlnou: a – zakódovaný stereofonní signál, b – pomocná nosná vlna, c – superpozice zakódovaného signálu a pomocné nosné





Obr. 11. Blokové schéma dekodéru s polárním demodulátorem

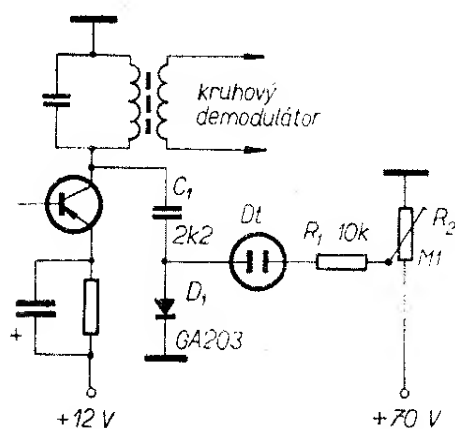
### Dekodér s polárním demodulátorem

Přidá-li se k zakódovanému stereofonnímu signálu kmitočet pomocné nosné (ve fázi), rozestoupí se modulační obálky a signálu (obr. 10). Tvar obalových křivek zůstane přitom zachován a oddělení levého a pravého signálu lze dosáhnout dvěma opačně pólovanými detektory. Blokové schéma takového dekodéru je na obr. 11. Kvalitnější demodulace lze dosáhnout vyváženým demodulátorem.

### Indikace stereofonního signálu a automatické přepínání mono-stereo

Moderní stereofonní dekodéry umožňují kromě dekódování stereofonního signálu ještě dvě další funkce: indikaci stereofonního vysílání a automatické přepínání mono-stereo.

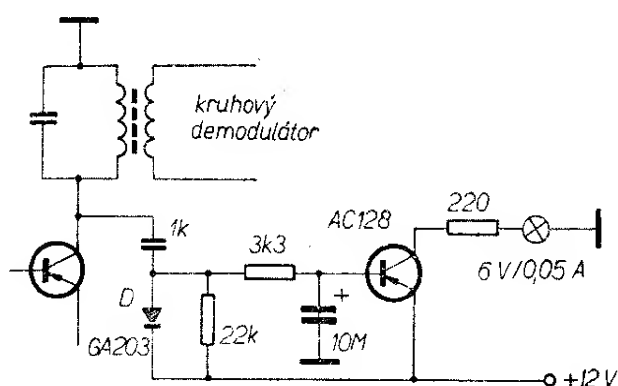
Indikace stereofonního vysílání je potřebná pro rychlé zjištění, vysílá-li nalaďená stanice stereofonně. Je třeba si uvědomit, že ani v budoucnosti nebudou všechny pořady vysílány stereofonně –



Obr. 12. Stereofonní indikátor s doutnavkou

např. rozhlasové zpravodajství. Proto se k rozpoznání stereofonního vysílání používá optická indikace. Indikačním prostředkem může být doutnavka, žárovka, měřicí přístroj nebo elektronický indikátor. Stejnoseměrné napětí potřebné k indikaci se odvozuje od napětí pilotního kmitočtu nebo od pomocné nosné vlny.

Zapojení indikátoru stereofonního signálu s doutnavkou je na obr. 12. Napětí pomocné nosné vlny se odebírá z kolektoru posledního tranzistoru dekodéru a přivádí se přes oddělovací kondenzátor  $C_1$  na detekční diodu  $D_1$ . V případě přítomnosti pomocné nosné vlny stačí napětí usměrněné diodou  $D_1$  (asi 20 V)

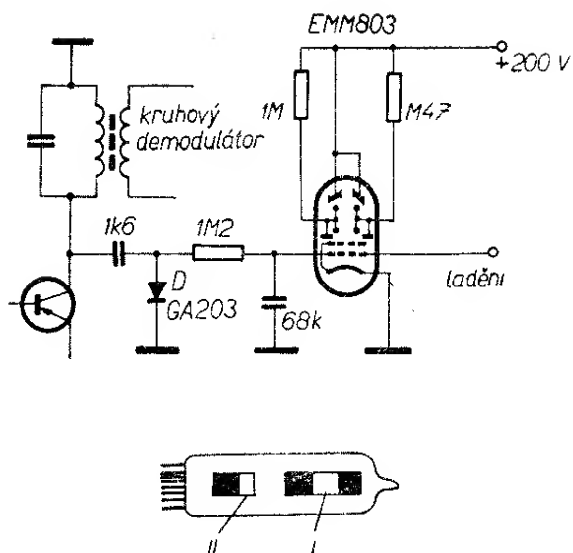


Obr. 13. Stereofonní indikátor se žárovkou

k zapálení doutnavky  $Dt$ . Aby doutnavka spolehlivě pracovala, dostává předpětí z odporového trimru  $R_2$ .

Na obr. 13 je zapojení stereofonního indikátoru se žárovkou, zapojenou v kolektorovém obvodu tranzistoru. Tento způsob indikace je nejrozšířenější, protože vyhovuje pro moderní celotranzistorové přijímače. Pro indikaci potřebný signál 38 kHz se odebírá z kolektoru posledního tranzistoru dekodéru jako v předcházejícím zapojení. Po usměrnění napětí diodou  $D$  se otvírá tranzistor AC128 (přibližným našim ekvivalentem je GC500) a kolektorový proud tranzistoru rozsvítí malou indikační žárovku. Bez přítomnosti napětí pomocné nosné je tranzistor uzavřen a žárovka nesvítí.

U elektronkových přijímačů je možné s výhodou použít indikaci elektronickým indikátorem ladění. Princip zapojení je shodný s předcházejícími. Stejnoseměrné



Obr. 14. Stereofonní indikátor s dvojitým optickým indikátorem EMM803

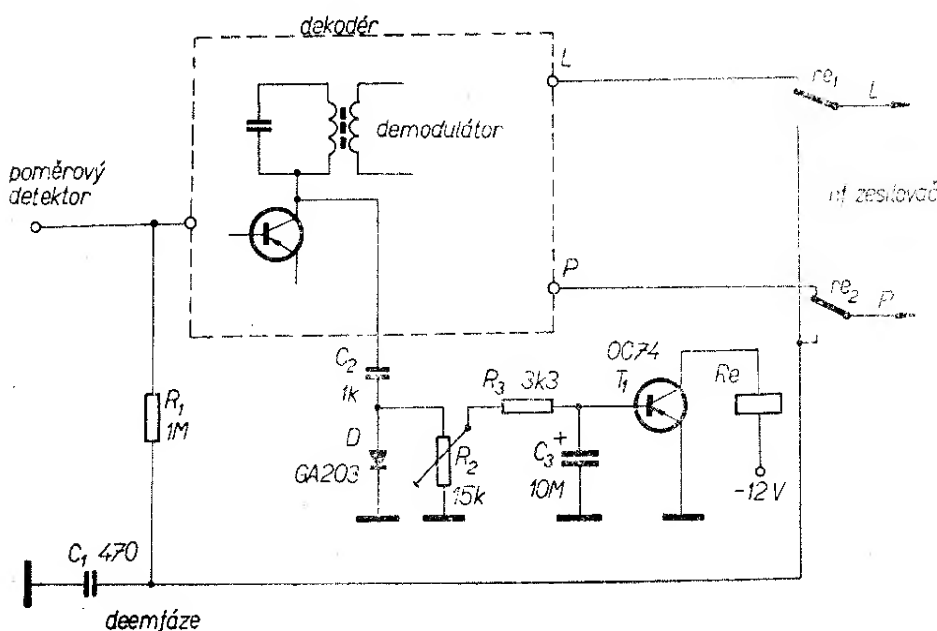
napětí získané usměrněním pomocné nosné se přivádí na řídicí mřížku samostatného indikátoru vyladění, např. EM87. Aby se však v přijímači nemusely používat dvě tyto elektronky, byla vyvinuta speciální elektronka se dvěma optickými systémy – EMM803. Příklad zapojení pro indikaci stereofonního vysílání je na obr. 14. S podobným zapojením se setkáme i ve stereofonním přijímači Tesla Stereodirigent 538A.

Automatické přepínání mono-stereo má u moderních přijímačů ušetřit ruční přepínání při přechodu z monofonního příjmu na stereofonní a naopak. Toto

přepínání bývá ve většině případů kombinováno s tzv. prahovou automatikou, která blokuje přepnutí přijímače na stereofonní příjem do té doby, dokud velikost vstupního signálu na anténních zdírkách přijímače nezaručuje kvalitní stereofonní příjem. Nedosahuje-li velikost vstupního signálu potřebné úrovně, zůstává přijímač přepnut na monofonní příjem i při stereofonním vysílání. Monofonní příjem je v takovém případě kvalitnější. Řídicí napětí pro automatické přepínání mono-stereo se obvykle odvozuje z pilotního signálu nebo pomocné nosné vlny.

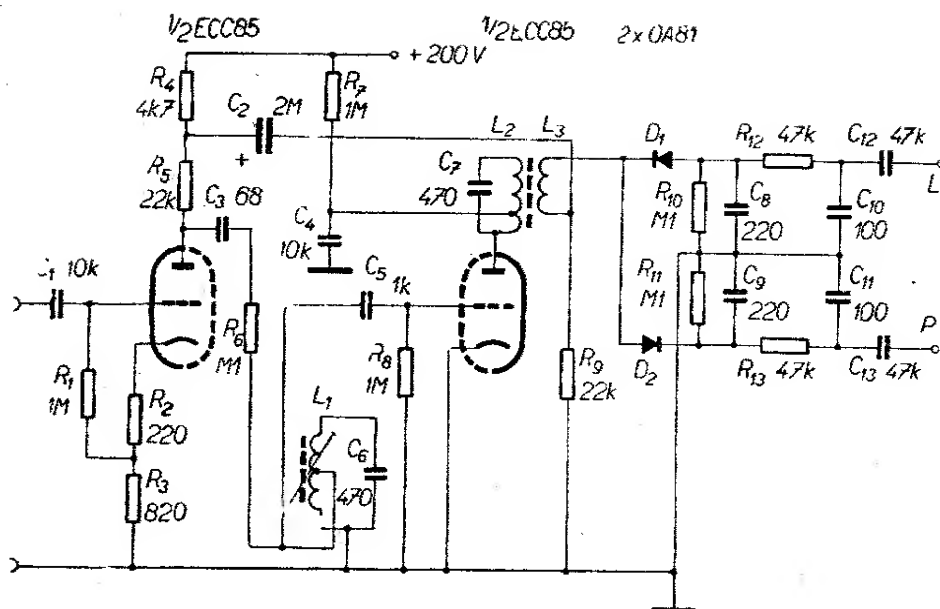
Podle způsobu činnosti rozlišujeme dva druhy automatického přepínání. V prvním případě ovládá pilotní signál nebo signál pomocné nosné vlny elektronku nebo spínací tranzistor, v jehož obvodu je zapojeno relé. Při dostatečné úrovni nosné vlny přepne relé svými kontakty přijímač na stereofonní příjem.

Druhý způsob spočívá v zablokování zesilovače pomocné nosné vhodným předpětím v případě nepřítomnosti pilotního kmitočtu. Diody demodulátoru elektronického přepínače udržuje stejnosměrné předpětí ve vodivém stavu. Monofonní signál prochází dekodérem bez zkreslení a zvětšení šumu (při nepřítomnosti pomocného kmitočtu nemůže dojít ani k demodulaci postranních pásem a vlivem toho ke zvětšení šumu). Na výstupu jsou vyšší kmitočty potlačeny



Obr. 15. Automatické přepínání mono-stereo pomocí relé u elektronkového přijímače (kontakty kresleny v poloze „stereo“)

Obr. 16. Jednoduchý elektronkový dekodér s polárním demodulátorem



členy deemfáze, takže se rušivě neuplatní. Při určité úrovni pilotního kmitočtu, odpovídající např. úrovni vstupního signálu  $20 \mu\text{V}$ , vytvoří se jeho usměrněním předpětí, které posune pracovní bod zesilovače pomocné nosné vlny do pracovní oblasti a dekodér pracuje normálně.

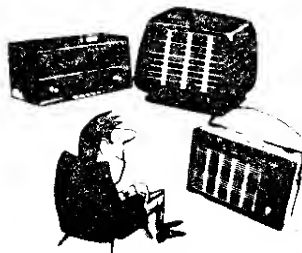
Zablokování zesilovače pomocné nosné má výhodu i při monofonním příjmu, protože složky šumu spadající do okolí 19 kHz mohou být tak silné, že se z nich zdvojením vytvoří pomocný nosný kmitočet; dochází k demodulaci signálu pomocného kanálu a tím i ke zvětšení šumu.

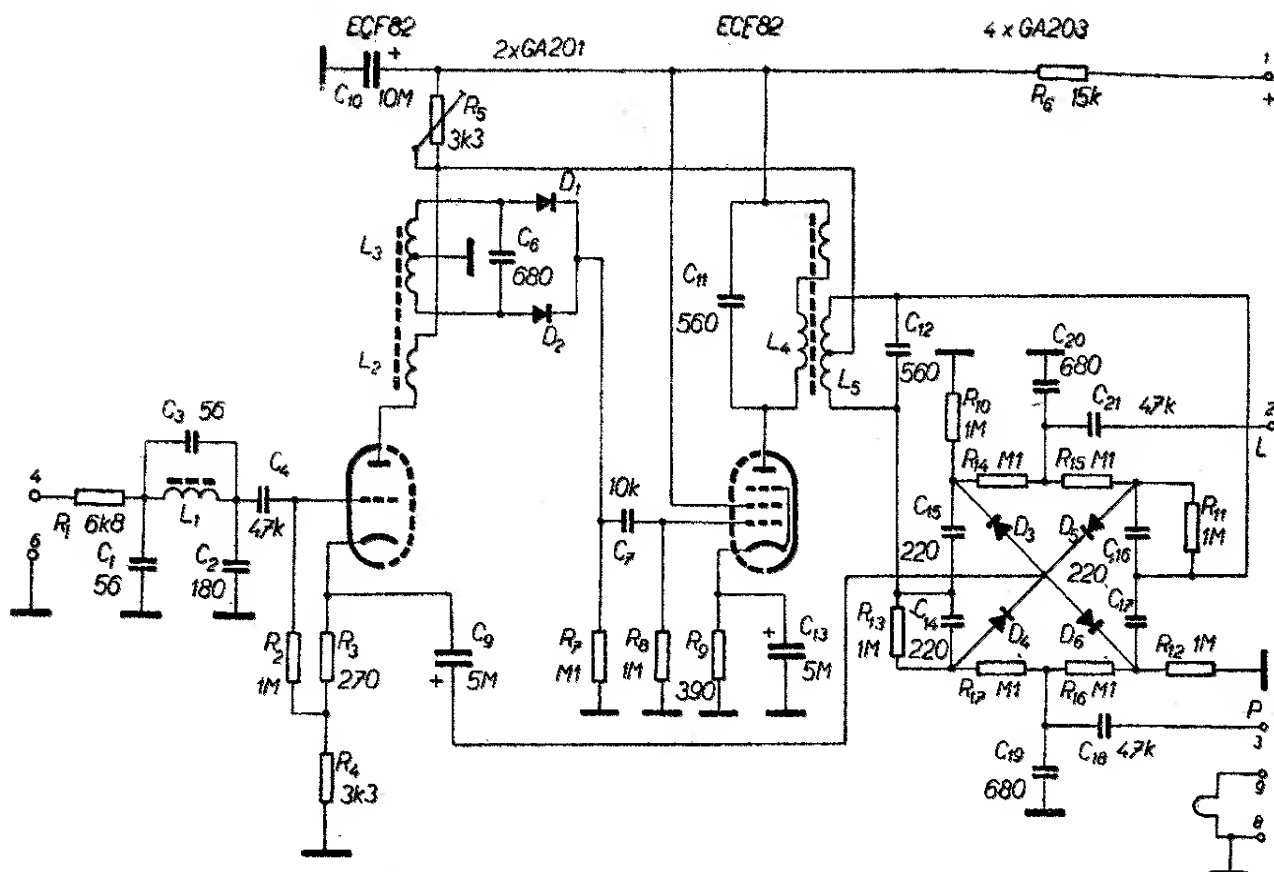
Na obr. 15 je příklad zapojení automatického reléového přepínání mono-stereo. Signál pomocné nosné vlny se odebírá z dekodéru přes kondenzátor  $C_2$  a usměrňuje se diodou  $D$ . Usměrněné napětí otevírá tranzistor  $T_1$ . Bez přítomnosti pomocné nosné vlny a při malé úrovni vstupního signálu je relé  $Re$  rozepnuto a oba nízkofrekvenční kanály jsou společně připojeny na výstup poměrového detektoru přes člen deemfáze  $R_1$ ,  $C_1$ . Dosáhne-li signál pomocné nosné vlny dostatečné úrovně, otevře se tranzistor  $T_1$ , relé sepne a přepojí oba nízkofrekvenční zesilovače na výstup dekodéru. Okamžik spínání relé lze nastavit trimrem  $R_2$ , což umožňuje individuální volbu prahového napětí stereofonního signálu, při němž dojde k přepnutí z monofonního na stereofonní příjem.

Relé se dnes v nejnovějších typech přijímačů k přepínání nepoužívá a bylo nahrazeno automatickými dekodéry pracujícími podle druhého popsaného způsobu.

### Elektronkové dekodéry

Na obr. 16 je schéma dekodéru pracujícího jako polární demodulátor s dvojitou triodou ECC85. První triodový systém pracuje jako zesilovač se silnou zápornou zpětnou vazbou. Z anody se odebírá přes kondenzátor  $C_3$  a laděný obvod  $L_1$ ,  $C_6$  pilotní kmitočet a přivádí se na druhý triodový systém, který pracuje jako zdvojovač kmitočtu. V anodovém obvodu je laděný obvod  $L_2$ ,  $C_7$ , na němž se získává kmitočet pomocné nosné vlny 38 kHz. Na vazební vinutí tohoto laděného obvodu se současně přes kondenzátor  $C_2$  přivádí zakódovaný stereofonní signál. Dvě opačně pólované diody  $D_1$  a  $D_2$  vytvářejí demodulaci obálek nízkofrekvenčních signálů levého a pravého kanálu. Nízkofrekvenční signály se přes obvody deemfáze a oddělovací kondenzátory přivádějí na vstupy nízkofrekvenčních zesilovačů.





Obr. 17. Elektronkový dekodér s křížovým demodulátorem

Na obr. 17 je schéma zapojení elektronkového dekodéru vyvinutého ve Výzkumném ústavu sdělovací techniky A. S. Popova v Praze. I když má dekodér velmi dobré parametry, neuvažuje se o jeho výrobě, protože se dnes již vyrábí dekodér osazený tranzistory. Dekodér pracuje na principu časového přepínání s diodovým zdvojovačem pilotního kmitočtu. Jako elektronický přepínač slouží křížový demodulátor.

Na vstupu dekodéru je zapojen korekční článek  $R_1$ ,  $L_1$ ,  $C_1$ ,  $C_2$ ,  $C_3$ , který kompenzuje pokles vysokých kmitočtů, způsobený mezirekvenční částí a poměrovým detektorem přijímače. Kromě toho potlačuje článek kmitočty nad 100 kHz, především třetí harmonickou pomocné nosné vlny, tj. 114 kHz, na kterou je nalaďen paralelní obvod  $L_1$ ,  $C_3$ . Na výstup korekčního článku je připojen oddělovací stupeň, v němž se odděluje pilotní kmitočet. Tento stupeň je osazen triodovou částí sdružené elektronky ECF82. Pro pilotní kmitočet pracuje tento stupeň jako zesilovač s laděným obvodem

v anodě, pro ostatní kmitočtovou směs jako katodový sledovač. Pilotní kmitočet se vazebním vinutím  $L_2$  přivádí na obvod  $L_3$ ,  $C_6$ , nalaďený na pilotní kmitočet 19 kHz. Diodovým zdvojovačem získaný kmitočet 38 kHz se přivádí na zesilovač pomocné nosné, osazený pentodovou částí elektronky. Z pásmového filtru  $L_4$ ,  $C_{11}$  a  $L_5$ ,  $C_{12}$  se signál pomocné nosné přivádí jako přepínací kmitočet na křížový demodulátor s diodami  $D_3$  až  $D_6$ . Křížový demodulátor přepíná zakódovaný stereofonní signál, který se přivádí přes kondenzátor  $C_9$ , střídavě na výstup levého a pravého kanálu. Deemfázi tvoří kondenzátory  $C_{19}$ ,  $C_{20}$  a paralelní kombinace  $R_{14}$ ,  $R_{15}$  nebo  $R_{16}$ ,  $R_{17}$ . Podrobný popis je v ročence ST 67.

Změnou odporu  $R_5$  se nastavuje optimální přeslech kanálů při nastavování dekodéru. Při dobře nastaveném dekodéru a přijímači je přeslech lepší než 40 dB při 1 kHz a 24 dB při 10 kHz.

Na obr. 18 je schéma jednoduchého tranzistorového dekodéru s polárním demodulátorem. Vstupní odpor dekodéru

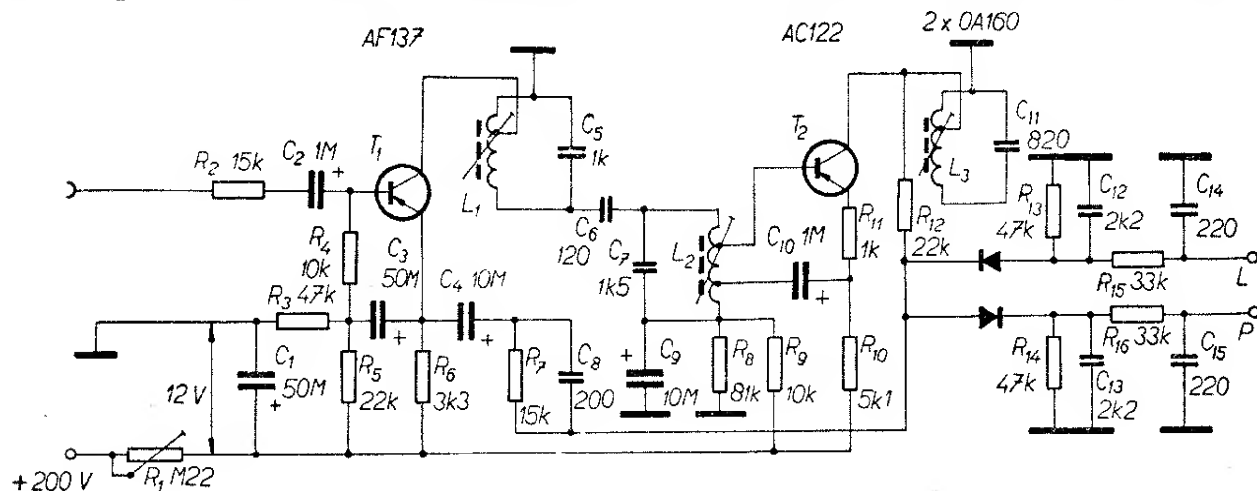
je zvětšen zápornou zpětnou vazbou, takže dekodér příliš nezatěžuje poměrový detektor přijímače. Pro pilotní kmitočet pracuje tranzistor  $T_1$  jako zesilovač s laděným obvodem v kolektoru, pro ostatní složky zakódovaného signálu jako emitorový sledovač. Pilotní kmitočet 19 kHz, odebíraný z laděného obvodu  $L_1, C_5$ , slouží k synchronizaci oscilátoru 19 kHz s tranzistorem  $T_2$ . Oscilátorový laděný obvod tvoří  $L_2, C_7$ . V kolektorovém obvodu je laděný obvod  $L_3, C_{11}$  pomocného nosného kmitočtu 38 kHz, který se získává jako druhá harmonická oscilačního kmitočtu. Pracovní bod oscilátoru je nastaven tak, aby oscilační napětí mělo velký obsah harmonických. Stereofonní signál se odebírá přes korekční člen  $R_7, C_8$  z emitoru tranzistoru  $T_1$  a spolu s napětím obnovené pomocné nosné vlny se přivádí na opačně pólované diody  $D_1$  a  $D_2$ . Na zatěžovacích odporech diod vzniká demodulační nízkofrekvenční napětí pravého a levého kanálu, které se přes členy deemfáze přivádí do nízkofrekvenčního zesilovače.

Schéma zapojení československého tranzistorového dekodéru TSD3A je na obr. 19. Dekodér pracuje na principu časového přepínání a je obdobou elektronkového dekodéru s křížovým modulátorem (obr. 17). Je určen pro elektronkové přijímače a jeho napájecí napětí je 200 V. Tento dekodér byl použit v prvním čs. stereofonním přijímači Tesla 538A Stereodirigent.

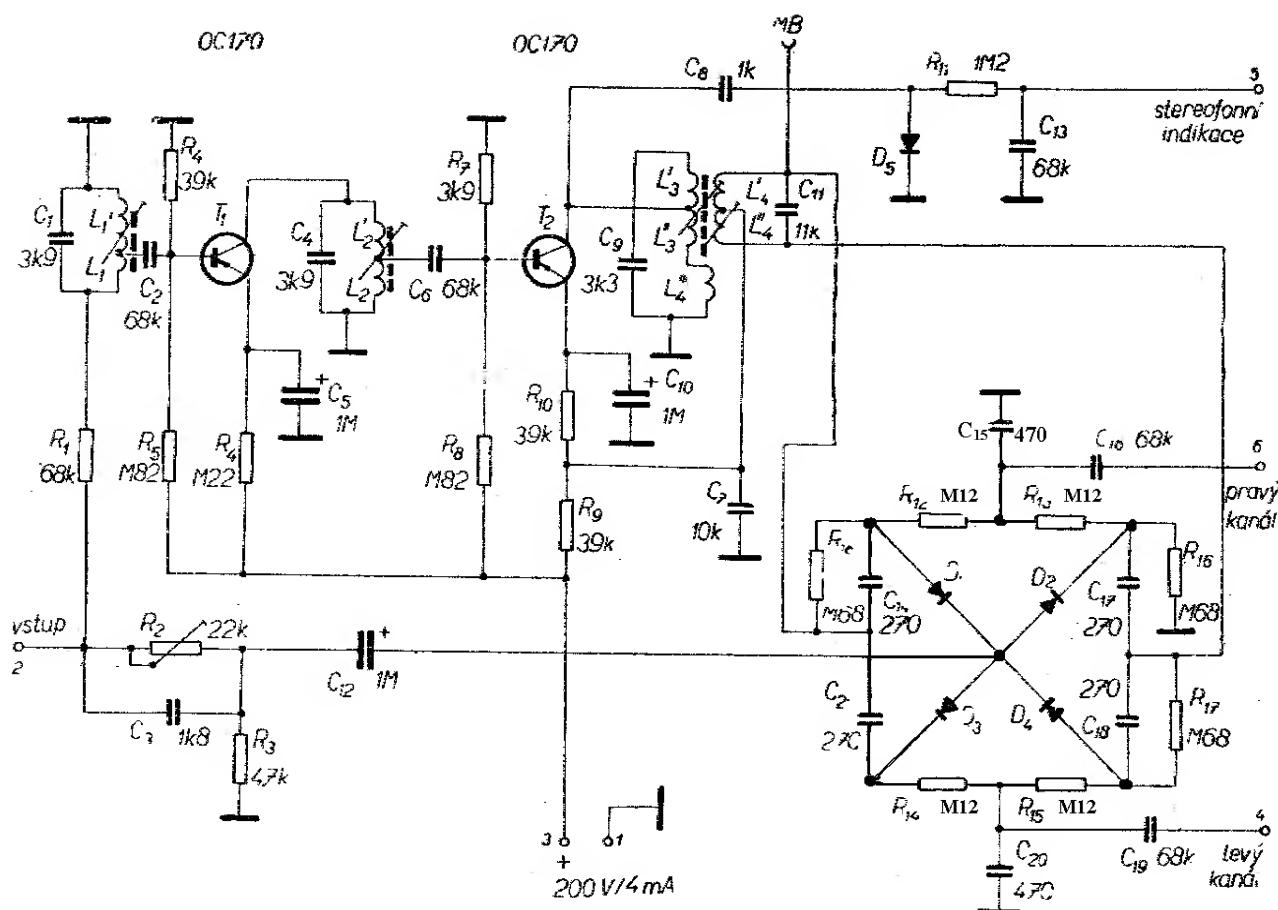
Zakódovaný stereofonní signál se přivádí z poměrového detektoru přijímače

do bodu 2 dekodéru. Hned na vstupu se laděným obvodem  $L_1, C_1$  odděluje pilotní kmitočet, který se dále zesiluje laděným zesilovačem s tranzistorem  $T_1$  (0C170). Z kolektorového obvodu  $L_2, C_4$  se zesílený pilotní kmitočet přivádí na bázi tranzistoru  $T_2$  – zdvojovač kmitočtu. V kolektoru  $T_2$  je pásmový filtr  $L_3, C_9, L_4, C_{11}$ , naladěný na kmitočet 38 kHz. Ze sekundárního obvodu  $L_4, C_{11}$  se odebírá napětí pomocné nosné vlny a přivádí se jako přepínací kmitočet do křížového demodulátoru, který tvoří diody  $D_1$  až  $D_4$ . Do středu křížového demodulátoru se současně přivádí přes korekční člen  $R_2, R_3, C_3$  a oddělovací kondenzátor  $C_{12}$  zakódovaný stereofonní signál. Působením přepínacího napětí o kmitočtu 38 kHz vedou střídavě dvojice diod  $D_1, D_2$  a  $D_3, D_4$ , které přepínají stereofonní signál na výstup pravého (bod 6) nebo levého (bod 4) kanálu. Kondenzátory  $C_{15}$  a  $C_{20}$  s paralelní kombinací odporů  $R_{12}, R_{13}$  a  $R_{14}, R_{15}$  tvoří členy deemfáze pro pravý a levý kanál. Kondenzátory  $C_{14}, C_{17}, C_{18}$  a  $C_{21}$  jsou tzv. paměťové kondenzátory, které určují úhel otevření diod a vyhlazují tak do určité míry nízkofrekvenční napětí obou kanálů.

Při příjmu monofonního signálu, kdy není přítomen pilotní kmitočet a tedy ani pomocná nosná, jsou diody křížového demodulátoru ve vodivém stavu vlivem předpětí. Polarizační předpětí se přivádí na střed vinutí  $L_4$  z děleného emitorového odporu  $R_9, R_{10}$ . To zabezpečuje nezkraslený přenos monofonního signálu přes stereo-



Obr. 18. Jednoduchý tranzistorový dekodér s oscilátorem pilotního kmitočtu a polárním demodulátorem (horní dioda je  $D_1$ , dolní  $D_2$ )



Obr. 19. Tranzistorový dekodér TSD3A s křížovým demodulátorem

fonní dekodér na vstup nízkofrekvenčních zesilovačů.

Z kolektoru tranzistoru  $T_2$  se přes kondenzátor  $C_8$  odebírá signál pomocné nosné vlny, který se usměrňuje diodou  $D_5$ . Získané stejnosměrné napětí lze použít k indikaci stereofonního signálu.

Mechanické provedení dekodéru je zřejmé z obr. 20. Dekodér je uložen v hliníkovém krytu o rozměrech  $70 \times 60 \times 30$  mm. Nastavovací jádra cívek a fázovacího členu  $R_2$  jsou přístupná bez sejmutí krytu.

#### Příklady zapojení dekodérů s automatickým přepínáním

Na obr. 21 je schéma zapojení tranzistorového dekodéru s automatickým přepínáním firmy Loewe Opta (typ 52 941). Dekodér je určen pro elektronkové přijímače, má nastavitelnou prahovou automatiku a vývod řídicího napětí pro stereofonní indikátor.

Filtr  $R_1, C_1, C_2, L_5$  na vstupu dekodéru potlačuje kmitočty nad 67 kHz (americký kanál SCA) a současně mírně vyzdvihuje kmitočty v okolí 50 kHz, čímž kompenzuje úbytek vyšších kmitočtů při zpracovávání signálu přijímačem. Stejnou úlohu kmitočtově závislého členu má obvod  $R_6, C_6$  v emitoru tranzistoru  $T_1$ .

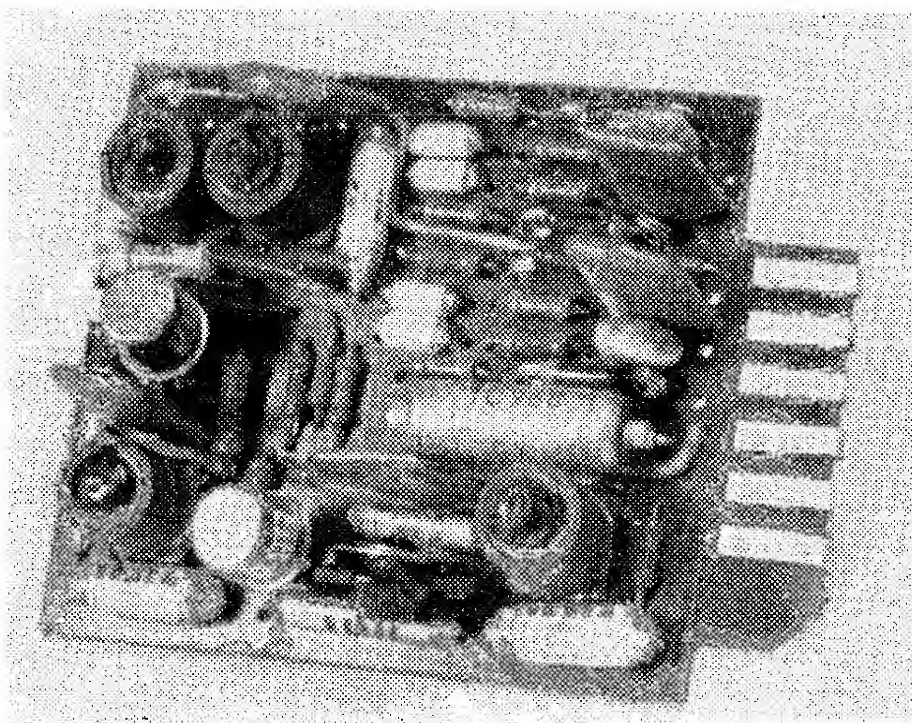
Při příjmu monofonního signálu se signál po zesílení tranzistorem  $T_1$  dostává přes kondenzátor  $C_{25}$  na sekundární obvod  $L_4$  a odtud přes diody  $D_5, D_6$  na výstup pravého kanálu, přes diody  $D_7, D_8$  na výstup levého kanálu. Diody jsou udržovány ve vodivém stavu stejnosměrným napětím přiváděným přes odpory  $R_{22}$  až  $R_{24}$ . Odpory  $R_{27}$  a  $R_{28}$  jsou součástí deefmáze. Kondenzátory deefmáze nejsou do dekodéru vestavěny a mají se vždy připojit na vstup nízkofrekvenčního zesilovače. Jejich velikost (i s montážními kapacitami) má být taková, aby s odporem  $R_{27}$  nebo  $R_{28}$  tvořily časovou konstantu 50  $\mu$ s.

Při stereofonním příjmu je pilotní kmitočet oddělen laděným obvodem  $L_1$ ,  $C_5$  v emitoru tranzistoru  $T_1$ , součtový a rozdílový signál se odebírá z kolektoru přes kondenzátor  $C_{25}$  a přivádí se na střed vinutí  $L_4$ . Pilotní kmitočet je zesilován tranzistorovým zesilovačem  $T_2$ , v jehož kolektoru je obvod  $L_2$ ,  $C_{10}$ , naladěný na pilotní kmitočet. V diodovém zdvojovači se obnovuje kmitočet pomocné nosné, který je dále zesilován tranzistorem  $T_3$  s laděným obvodem  $L_3$ ,  $C_{14}$ . Na sekundární vinutí  $L_4$  je připojen vlastní dekodovací obvod, pracující na principu časového přepínání. Podle okamžité polarity pomocné nosné vlny vedou střídavě diody  $D_5$ ,  $D_6$  nebo  $D_7$ ,  $D_8$  a zakódovaný stereofonní signál se střídavě přepíná na výstup pravého nebo levého kanálu. Zapojením členů  $R_{24}$ ,  $C_{17}$  a  $R_{25}$ ,  $C_{18}$  se zmenšuje úhel otevření diod a tím se zlepšují vlastnosti dekodéru, zvláště přeslech. U tohoto dekodéru je přeslech lepší než 30 dB v celém přenášeném pásmu, v pásmu mezi kmitočty 500 Hz až 5 kHz je lepší než 40 dB.

Diody  $D_3$ ,  $D_4$ , připojené k primárnímu obvodu  $L_3$ ,  $C_{14}$  tranzistoru  $T_3$ , pracují jako usměrňovač napětí pomocné nosné vlny. Tyto diody spolu se zatěžovacím odporem  $R_{13}$  a filtračním kondenzátorem  $C_{13}$  plní tři funkce: pracují jako omezovač

amplitudy pomocné nosné vlny, vytvářejí zdroj řídicího napětí pro stereofonní indikaci a podílejí se na automatickém přepínání mono-stereo.

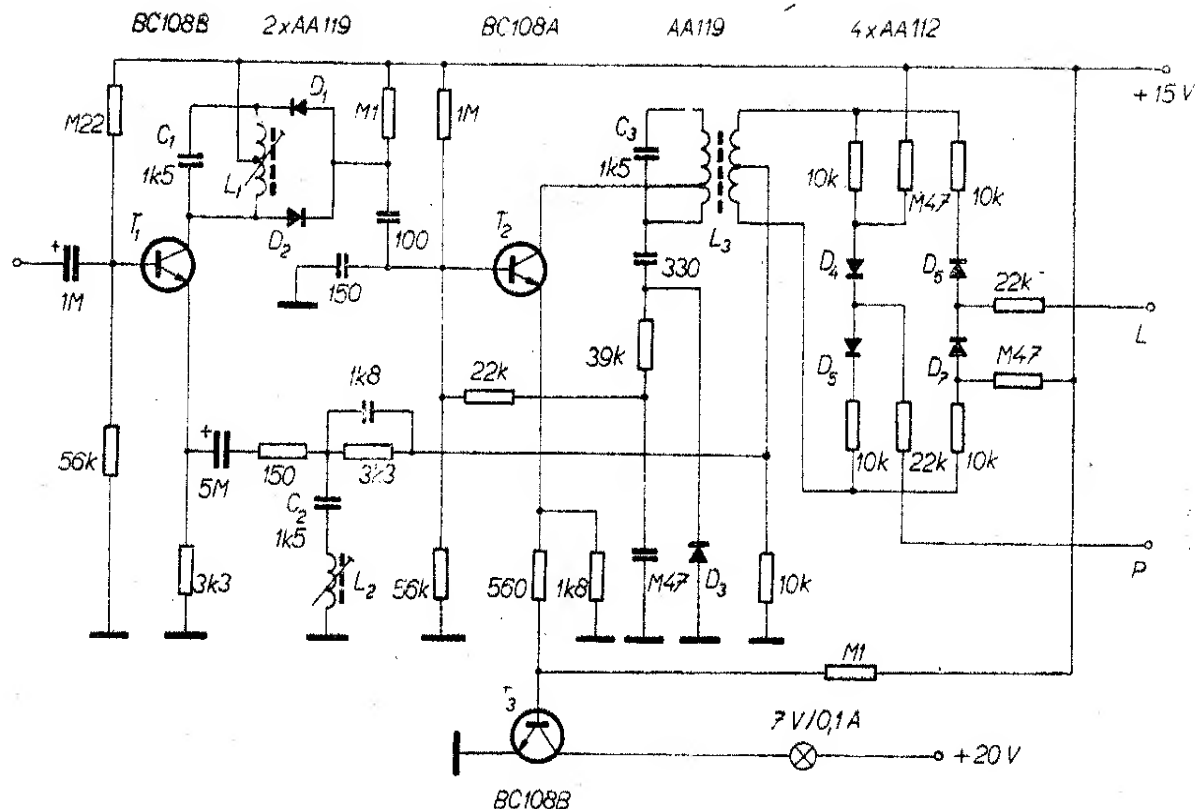
Obvod pro automatické přepínání mono-stereo pracuje takto: část napájecího napětí získaná děličem  $R_{16}$ ,  $R_{17}$  se přivádí na diody zdvojovače  $D_1$ ,  $D_2$ . Toto předpětí, jehož velikost je odporem  $R_{16}$  nastavena na 2 až 4 V, je připojeno na diody zdvojovače v závěrném směru. Dioda tedy nepropouští napětí pilotního kmitočtu, které je menší než toto polarizační napětí, na bázi  $T_3$  se nedostává žádný budicí signál, nevzniká pomocná nosná – dekodér je přepnut na monofonní příjem. Zvětší-li se napětí pilotního kmitočtu nad závěrné napětí diod, dostane se část budicího napětí na bázi tranzistoru  $T_3$ , zesílí se a dvojice diod  $D_3$ ,  $D_4$  je usměrní. Toto usměrněné napětí zmenšuje polarizační napětí pro  $D_1$ ,  $D_2$ , na bázi  $T_3$  se dostane větší budicí signál a děj se lavinovitě opakuje. Během několika milisekund se závěrné polarizační předpětí odstraní a střídavé napětí pomocné nosné dosáhne na vinutí  $L_3$ ,  $L_4$  maximální velikosti. Elektronický přepínač s diodami  $D_5$  až  $D_8$  dostává ze sekundárního vinutí  $L_4$  přepínací napětí pomocné nosné vlny – dekodér je přepnut na stereofonní příjem.



Obr. 20. Československý tranzistorový dekodér TSD3A – pohled na základní desku se součástkami







Obr. 22. Jednoduchý automatický stereofonní dekodér Blaupunkt (podle firemních podkladů) – dioda  $D_1$  má být pólována opačně

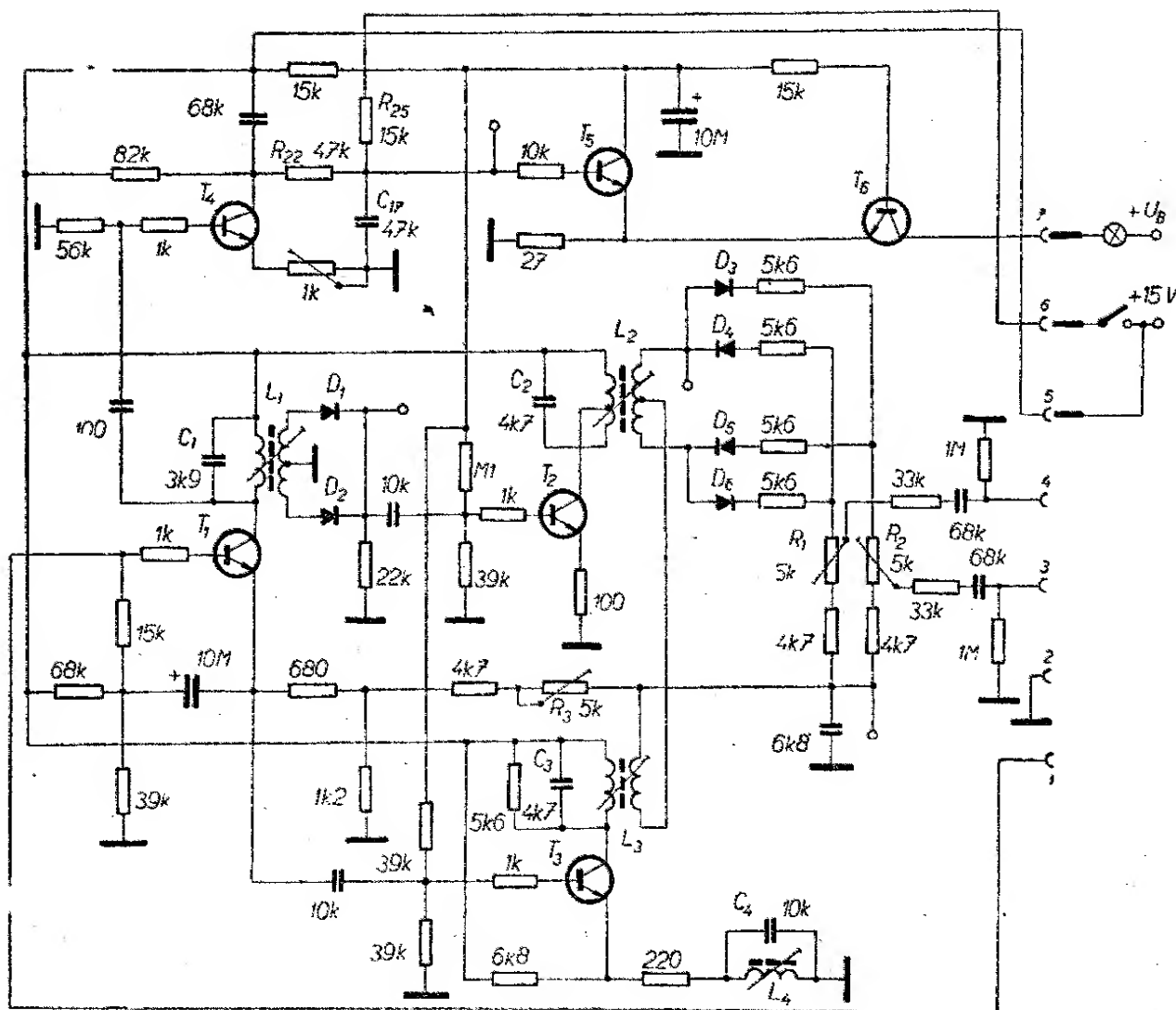
Schéma zapojení jednoduchého automatického dekodéru firmy Blaupunkt je na obr. 22. Dekodér má prahovou automatiku a pracuje na principu časového přepínání. Automatika je dimenzována tak, aby k přepnutí na stereofonní příjem docházelo při vf napětí na anténních zdírkách větším než  $15 \mu\text{V}$ . Dekodér je osazen křemíkovými tranzistory.

Signál z poměrového detektoru se přivádí na vstup tranzistoru  $T_1$ , který pracuje jako zesilovač se společným emitorem pro pilotní kmitočet a jako emitorový sledovač pro zakódovaný stereofonní signál. Aby na emitorovém odporu  $T_1$  nevznikala současně záporná zpětná vazba pro pilotní kmitočet, je paralelně k emitorovému odporu připojen sériový laděný obvod  $L_2$ ,  $C_2$  s rezonančním kmitočtem 19 kHz. Zásluhou tohoto řešení je zesílení pilotního kmitočtu tak velké, že je možné zapojit do kolektorového obvodu současně i zdvojovač pilotního kmitočtu s diodami  $D_1$ ,  $D_2$ . Za zdvojovačem je zapojen laděný zesilovač 38 kHz s tranzistorem  $T_2$  a laděným obvodem  $L_3$ ,  $C_3$ . Z vazební-

ho vinutí se odebírá napětí pomocné nosné pro elektronický přepínač s diodami  $D_4$  až  $D_7$ , zapojenými jako kruhový demodulátor. Dioda  $D_3$  usměrňuje napětí pomocné nosné a tímto napětím se posouvá pracovní bod tranzistoru  $T_2$  do třídy C při monofonním příjmu a do třídy A při příjmu stereofonním.

Při monofonním příjmu přichází nízkofrekvenční signál z emitorového sledovače  $T_1$  na střed sekundárního vinutí  $L_3$ . Diody  $D_4$  až  $D_7$  jsou vhodným polarizačním předpětím udržovány ve vodivém stavu. Pracovní bod tranzistoru  $T_2$  je nastaven do závěrné části jeho charakteristiky (třída C), takže pomocný nosný kmitočet nemůže vzniknout.

Při stereofonním příjmu se dostávají na bázi  $T_2$  kladné půlvlny pomocného napětí, které tranzistor částečně otvírají. Stejnoseměrné napětí (získané usměrněním pomocného napětí diodou  $D_3$ ) působí proti předpětí báze  $T_2$  a posouvá pracovní bod do třídy A. Vlivem této zpětné vazby se napětí pomocné nosné rychle ustálí na maximální velikosti.



Obr. 23. Automatický stereofonní dekodér Grundig „8“

Na obr. 23 je schéma zapojení automatického dekodéru firmy Grundig. Tento dekodér je určen pro nejkvalitnější přijímače. Má dokonale vyřešenou prahovou automatiku, přepínání mono-stereo a pracuje na maticovém principu.

Zakódovaný stereofonní signál se přivádí přes kontakt 1 na bázi tranzistoru  $T_1$ . Tento tranzistor pracuje pro pilotní kmitočet jako laděný zesilovač, pro ostatní signály jako emitorový sledovač. Zesílený pilotní signál převádí diodový zdvojnovač s diodami  $D_1, D_2$  na pomocný nosný signál. Ten se přivádí přes fázovací člen na bázi tranzistoru  $T_2$ , který pracuje jako laděný zesilovač kmitočtu 38 kHz. Z vazebního vinutí  $L_2$  se napájí souměrný kruhový demodulátor signálu pomocného kanálu s diodami  $D_3$  až  $D_6$ . Sériové

odpory v obvodech diod linearizují odpor diod v propustném směru.

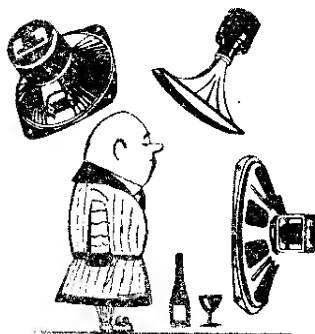
Postranní pásma pomocné nosné vlny, která nesou rozdílový signál L — P, se přivádějí z emitoru tranzistoru  $T_1$  na bázi  $T_3$  — zesilovače signálu pomocného kanálu. Laděný obvod  $L_3, C_3$  v kolektoru  $T_3$  je naladěný na 38 kHz a je odporem zatlučen tak, aby přenášel postranní pásma s útlumem odpovídajícím právě obvodu deemfáze. Potřebná šířka pásma obvodu je 6,4 kHz. Aby do zesilovače signálu pomocného kanálu nepronikly i nejvyšší složky součtového signálu, je v emitoru  $T_3$  zavedena silná zpětná vazba laděným obvodem  $L_4, C_4$  pro kmitočty v okolí 15 kHz.

Zesílené napětí postranního pásma se přivádí na střed kruhového demodulá-

toru, na jehož výstupu se získávají signály  $L - P$  a  $-(L - P)$ . Ty se v matcovém obvodu sčítávají se součtovým signálem  $L + P$  na výsledné signály  $2L$  a  $2P$ . Odpor  $R_1$  a  $R_2$  se nastavuje správný poměr amplitud součtového a rozdílového signálu, odporem  $R_3$  se kompenzuje pokles napětí pomocného kanálu, vzniklý menším zesílením v mezifrekvenční části přijímače.

Tranzistory  $T_4$  až  $T_6$  tvoří obvod automatického přepínání mono-stereo. Na bázi  $T_4$  se přivádí přes kondenzátor 100 pF zesílené napětí pilotního kmitočtu. Tento tranzistor pracuje jako zesilovač třídy C, tj. otevírá jej jen kladné půlvlny pilotního signálu, a to od úrovně nastavitelné proměnným emitorovým odporem 1 kΩ. Tranzistory  $T_5$ ,  $T_6$  pracují jako klopný obvod. Pokud je tranzistor  $T_4$  uzavřen (při monofonním příjmu), je tranzistor  $T_5$  otevřen a  $T_6$  uzavřen. Žárovka stereofonní indikace v kolektoru  $T_6$  nesvítí. Při příjmu stereofonního signálu otevírají tranzistor  $T_4$  kladné půlvlny pilotního kmitočtu a analogicky je otevřen i tranzistor  $T_6$  – žárovka stereofonní indikace svítí.

Na kolektor tranzistoru  $T_5$  jsou připojeny děliče v bázích tranzistorů  $T_2$  a  $T_3$ . Při monofonním příjmu tranzistor  $T_5$  vede, potenciál kolektoru je malý a proto je i kladné předpětí bází  $T_2$  a  $T_3$  malé; zesilovač pomocné nosné i zesilovač postranních pásem je vyřazen z činnosti. Při stereofonním příjmu je naopak tranzistor  $T_5$  uzavřen, děliče v bázích  $T_2$ ,  $T_3$  jsou připojeny na potřebné napětí a funkce těchto stupňů je normální. Dekodér se automaticky přepne na stereofonní příjem. Aby toto přepnutí nebylo příliš rychlé a nezpůsobovalo rušivé pazvuky, je ke kolektoru  $T_5$  připojen elektrolytický kondenzátor, který vhodně zvětšuje časovou konstantu přepínání. Připojením kladného napětí na bázi  $T_5$  je možné přepnout ručně stereofonní příjem na monofonní.



## Stereofonní přijímače

### Zvláštnosti stereofonního příjmu

Příjem stereofonního rozhlasu klade některé mimořádné požadavky na vlastnosti obvodů přijímače, na konstrukci a umístění antény apod. Další důležitou otázkou je hranice možností příjmu stereofonního signálu pro větší vzdálenosti. Nejsou-li prakticky žádné potíže při místním příjmu, vyžaduje dálkový příjem bezpodmínečně kvalitní anténu i v těch místech, kde monofonní příjem je ještě dostatečně kvalitní i při použití náhražkových antén. Možnosti příjmu omezují především zvýšený šum, menší odolnost přijímače proti rušení sousedními vysílači, odrazy a fázový posuv elektromagnetických vln. Podrobný článek o těchto zvláštnostech byl uveřejněn v AR 9/68, proto se jimi nebudeme zabývat.

### Nahrávání stereofonního signálu

Při nahrávání stereofonních rozhlasových relací mohou v nahrávce vzniknout rušivé hvizdy. Vznikají interferencí harmonických kmitočtů pilotního signálu s předmagnetizačním kmitočtem magnetofonu.

Kmitočty takto vznikajících interferenčních záznějů lze při známém předmagnetizačním kmitočtu určit z rovnice

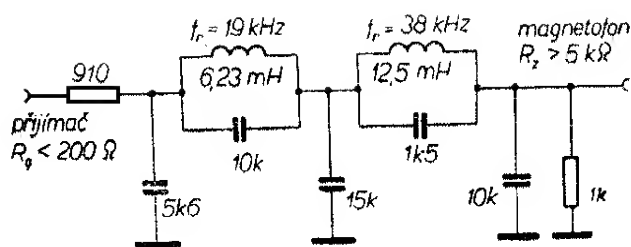
$$f_r = f_m \pm n f_p,$$

kde  $f_m$  je předmagnetizační kmitočet magnetofonu a

$f_p$  – pilotní kmitočet.

Pro zamezení vzniku těchto hvizdů vkládáme mezi výstup stereofonního dekodéru a nízkofrekvenční záznamový zesilovač magnetofonu dolní propusti (pro každý kanál samostatnou) 50 Hz až 15 kHz s ostrým potlačením kmitočtů 19 a 38 kHz. V některých kvalitních zařízeních jsou takové filtry součástí dekodéru.

Příklad zapojení tohoto filtru pro jeden kanál je na obr. 24, útlumová cha-



Obr. 24. Dolní propust 50 Hz až 15 kHz

rakteristika na obr. 25. Filtr má charakteristickou impedanci 750  $\Omega$  a vnitřní odpor zdroje i zatěžovací odpor mají být asi 1 k $\Omega$ .

Pro amatérskou stavbu je zvláště výhodná dolní propust bez indukčností, jejíž schéma je na obr. 26. Filtr pro každý kanál tvoří dvojitý článek T a nastavuje se na maximální útlum pro kmitočet 38 kHz proměnnými odpory  $R_1$  a  $R_2$ . Tento filtr potlačuje sice jen kmitočet pomocné nosné vlny, tento kmitočet je však pro svoji velkou napěťovou úroveň nejnejpříjemnější. Má-li dekodér vestavěný emitorové sledovače pro zmenšení výstupní impedance, je možné vynechat tranzistor i s jeho napájecími obvody.

## Vf a mf obvody stereofonních přijímačů

Pořady stereofonního programu jsou vysílány v pásmu VKV s kmitočtovou modulací. Jak jsme již řekli, je stereo-

fonní systém FCC slučitelný s monofonním vysíláním. Je tedy zřejmé, že k příjmu stereofonního rozhlasu se používají v podstatě stejně zapojené vstupní a mezifrekvenční obvody jako u přijímačů monofonních. Také přijímač je řešen jako superheterodyn s jedním směšováním a s mezifrekvenčním kmitočtem 10,7 MHz.

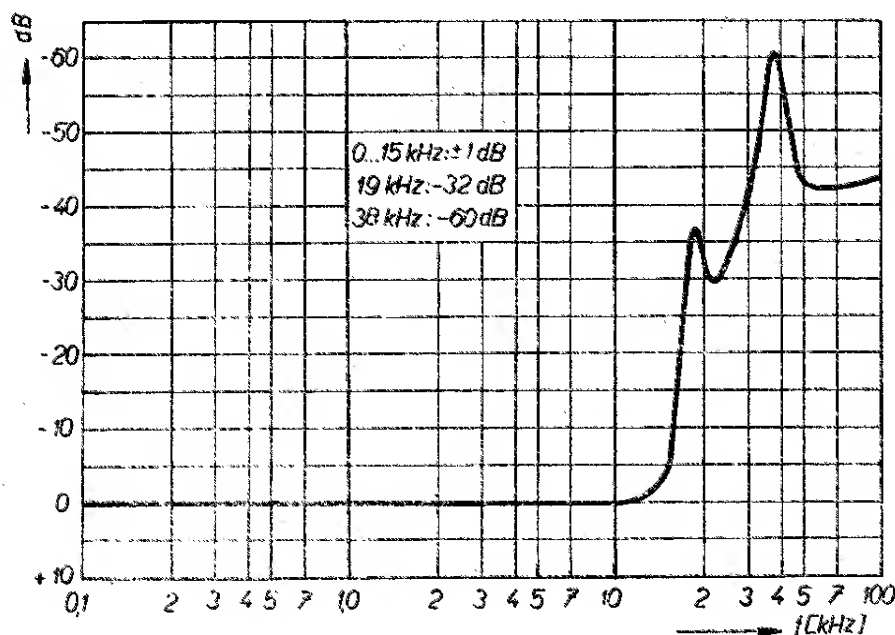
Zvětšený obsah informací přenášeného signálu, způsobený posunutím horní přenášené hranice z 15 kHz na 53 kHz, klade mnohem přísnější požadavky na obvody přijímače. Vlastnosti stereofonních přijímačů obvykle ve všech směrech převyšují vlastnosti přijímačů monofonních. Proto dobrý stereofonní přijímač zaručuje příjem monofonního vysílání v mnohem lepší kvalitě.

Zpřísnění požadavků se projevuje především u mezifrekvenční části; vysokofrekvenční díl nemusí být v zásadě odlišný.

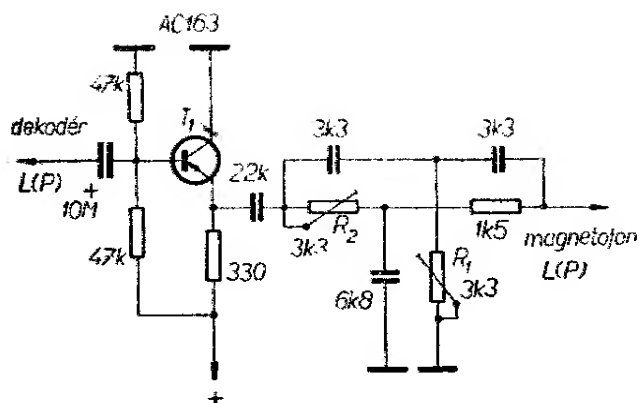
## Vysokofrekvenční obvody

Protože šířka pásma přenášená vysokofrekvenčním dílem monofonního přijímače stačí i pro stereofonní provoz, není při úpravě monofonních přijímačů na stereofonní příjem třeba věnovat tomuto dílu pozornost.

Zhoršení šumu při stereofonním příjmu o více než 20 dB však vyžaduje, aby zá-



Obr. 25. Útlumová charakteristika filtru z obr. 24



Obr. 26. Dolní propust bez indukčnosti

kladní šum vř dílu (dílu VKV) byl co nejmenší. Převážně se používá díl VKV osazený třemi až čtyřmi vysokofrekvenčními tranzistory, s nimiž se dosahuje šumového čísla 2 až 4  $kT_0$ . V nejnovějších dílech VKV se používají i tranzistory řízené polem. Jen starší přijímače mívají vstupní díl elektronkový.

Kvalita stereofonního příjmu je závislá i na přesném naladění přijímače na vysílač. Je-li přijímač naladěn nepřesně, přenášejí se jednotlivé složky modulační směsi nerovnoměrně, což způsobuje zhoršení přeslechů mezi kanály. Proto se stereofonní přijímače vybavují téměř vždy automatickým doladěním kmitočtu oscilátoru (zkratka AFC nebo ADK). Toto automatické doladění vyrovnává nepřesnost naladění na přijímanou stanici a také časovou změnu kmitočtu oscilátoru, způsobenou kolísáním napájecího napětí, teplotní závislostí apod.

Princip automatického doladění spočívá v zavedení zpětné vazby mezi oscilátorem a poměrovým detektorem, který je schopen rozlišit odchylku naladění oscilátoru od správného kmitočtu. Prakticky je obvod doladování realizován kapacitní diodou, na kterou se přivádí řídicí stejnosměrné napětí z poměrového detektoru. Změní-li se kmitočet oscilátoru vlivem nestability, způsobí to odchýlení mezifrekvenčního kmitočtu od nominální hodnoty 10,7 MHz. Tato změna způsobí na výstupu symetrického poměrového detektoru vznik stejnosměrného napětí, jehož polarita je dána druhem odchylky (zvýšení nebo snížení kmitočtu) a veli-

kost velikostí této odchylky. Toto řídicí napětí se přivádí na kapacitní diodu, která oscilátor doladí na správný kmitočet. Regulační rozsah této automatiky je závislý na šířce křivky  $S$  poměrového detektoru a na její strmosti. U většiny přijímačů se zaručuje rozsah regulace minimálně  $\pm 300$  kHz od středního kmitočtu.

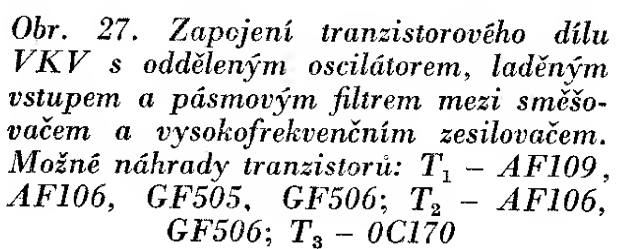
Na obr. 27 je zapojení kvalitního vstupního dílu VKV. Je osazen třemi tranzistory:  $T_1$  pracuje jako vysokofrekvenční zesilovač,  $T_2$  jako směšovač a  $T_3$  jako oscilátor. Samostatný oscilátor byl zvolen proto, že u zapojení s kmitajícím směšovačem dochází k rozladování při příjmu silné stanice. Proto také bývají kvalitní díly osazeny vždy samostatnými oscilátory. K ladění slouží čtyřnásobný otočný kondenzátor; ladí se vstupní obvod, pásmový filtr mezi směšovačem a vysokofrekvenčním zesilovačem a obvod oscilátoru. Při použití laděného vstupního obvodu lze dosáhnout lepší celkové citlivosti dílu a selektivity; pásmový laděný filtr mezi směšovačem a vř zesilovačem vylučuje téměř úplně vícenásobný výskyt silných místních vysílačů, který bývá způsoben vedlejšími produkty při směšování.

Vstupní obvod je řešen jako symetrický s impedancí 300  $\Omega$ ; mezi jednu ze vstupních svorek a zem lze však připojit souosý kabel 75  $\Omega$ . Vysokofrekvenční zesilovač a oscilátor pracují v zapojení se společnou bází, směšovač se společným emitorem.

Výstup mezifrekvenčního signálu 10,7 MHz je navržen tak, aby bylo možné použít jej pro elektronkový mezifrekvenční díl (výstup s velkou impedancí) i pro tranzistorové díly (výstup s malou impedancí).

Oscilátor osazený tranzistorem  $T_3$  má obvod automatického doladování kmitočtu kapacitní diodou, připojenou k cívice oscilátoru přes oddělovací kapacitu 15 pF.

Šumové číslo tohoto dílu je závislé na druhu použitého vstupního tranzistoru a pro uvedený typ se pohybuje mezi 2 až 3,5  $kT_0$ , což pro poměr signálu k šumu 26 dB představuje mezní citlivost kolem 1  $\mu V$ .



Na obvody mezifrekvenčního zesilovače jsou kladeny vysoké nároky. Nevhodné vlastnosti mezifrekvenčního zesilovače bývají nejčastěji překážkou při adaptaci starších monofonních přijímačů na stereofonní příjem.

1. Dostatečná šířka pásma.
2. Velká stabilita útlumové charakteristiky.
3. Dokonalé omezení amplitudy před detektorem.
4. Podkritická vazba laděných obvodů.
5. Kvalitní poměrový detektor.

- 1. Šířka pásma mezifrekvenčního zesilovače pro stereofonní příjem musí být větší než pro příjem monofonní. Vyplyvá to z vyššího maximálního modulačního kmitočtu  $f_m = 53 \text{ kHz}$  u stereofonního přenosu.**

Názory na dostatečnou šířku pásma se liší. V literatuře se setkáváme s požadavkem na šířku pásma od 150 do 350 kHz a s různými empirickými vztahy pro její určení. Pro skutečně exaktní teoretický rozbor je třeba vycházet z vlastností kmitočtové modulace. Při kmitočtové modulaci vzniká kromě nosného kmitočtu  $f_n$  ještě nekonečná řada postranních kmitočtů. Kmitočet těchto postranních složek lze vyjádřit rovnicí

$$f_k = f_n \pm k f_m,$$

kde  $f_n$  je kmitočet nosné vlny,  
 $f_m$  – modulační kmitočet.

Amplitudy jednotlivých složek modulovaného signálu jsou pro určitý, konkrétní index modulace a modulační kmitočet dány hodnotami příslušných Besselových funkcí. Tyto hodnoty poměrně

Obr. 27. Zapejení tranzistorového dílu VKV s odděleným oscilátorem, laděným vstupem a pásmovým filtrem mezi směšovačem a vysokofrekvenčním zesilovačem. Možné náhrady tranzistorů:  $T_1$  – AF109, AF106, GF505, GF506;  $T_2$  – AF106, GF506;  $T_3$  – OC170

rychle klesají a u vyšších kmitočtů jsou již tak malé, že je možné je zanedbat.

Uskutečnime-li takový rozbor pro stereofonní přenos, musíme před stanovením potřebné šířky určit požadavek, do jaké amplitudy chceme ještě postranní pásma přenášet.

Pro stereofonní přenos podle normy FCC vychází při zanedbání postranních pásem s amplitudou menší než 10 % šířka pásma  $B = 240$  kHz (192 kHz pro monofonní přenos). Předpokládáme-li, že ve většině případů bývá vysílač modulován průměrně jen na 50 % maximálního zdvihu, dostaneme při zanedbání pásem s amplitudou menší než 10 % šířku  $B = 160$  kHz (112 kHz pro monofonní přenos).

K zajímavým výsledkům je možné dojít při hledání vzájemného vztahu mezi šířkou pásma mezifrekvenčního dílu a dosažitelným přeslechem stereofonních kanálů:

$$B = \sqrt[3]{0,93^2 D \cdot 24 f_p^2 f_{nf}},$$

kde  $B$  je šířka pásma,

$D$  – přeslech kanálů,

$f_p$  – kmitočet pomocné nosné vlny,

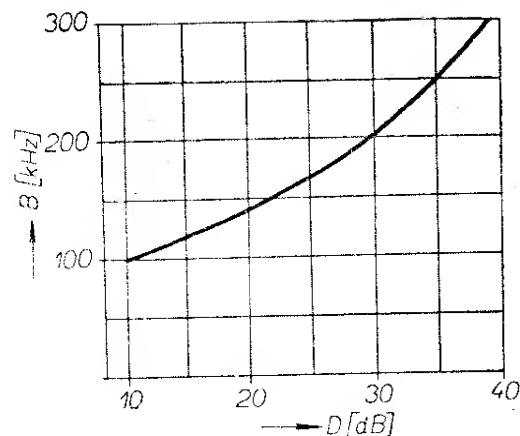
$f_{nf}$  – modulační kmitočet nf kanálů.

Grafické znázornění tohoto vztahu pro nízkofrekvenční kmitočet  $f_{nf} = 10$  kHz je na obr. 28. Pro dobrý stereofonní přenos s přeslechem 30 dB je podle grafu potřebná šířka pásma  $B = 200$  kHz.

Chceme-li uzavřít tyto úvahy, musíme ještě připomenout, že šířka pásma bývá kompromisem mezi požadavky přenosu a selektivity. Zvětšováním šířky pásma vzrůstá také šum i počet potřebných zesilovacích stupňů mezifrekvenčního zesilovače. Proto lze za nejvhodnější šířku pásma považovat 180 až 230 kHz.

Ve všech úvahách se počítá se šířkou pro pokles o 3 dB.

**2. Stabilita útlumové charakteristiky** při změnách dynamické kapacity elektronek nebo tranzistorů musí být dostatečná, aby nedocházelo k posuvu celé rezonanční křivky nebo k její změně. Ke změnám kapacity aktivních prvků dochází zvláště při velkých vstupních signálech. Zmenšení vlivu těchto



Obr. 28. Závislost dosažitelného přeslechu na šířce přenášeného pásma

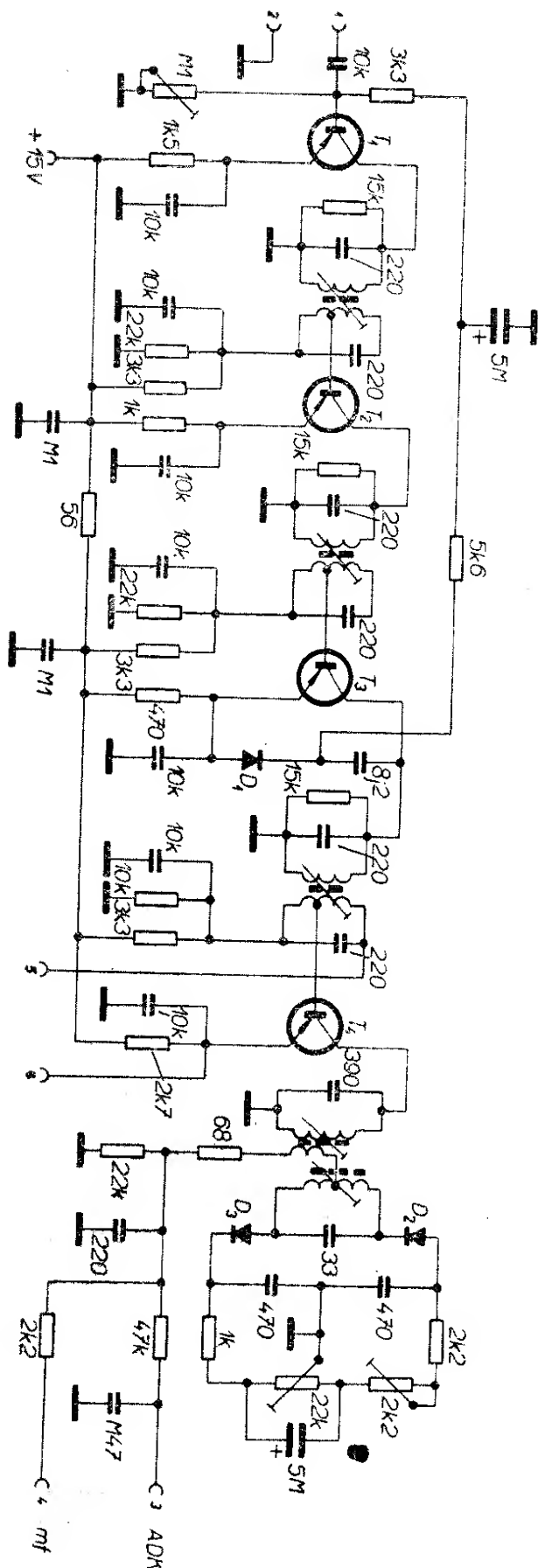
změn na tvar mezifrekvenční křivky se dosahuje volbou větších rezonančních kapacit v laděných obvodech mezifrekvenčních transformátorů (100 až 220 pF proti 10 až 33 pF u monofonního přenosu) a u elektronkových zesilovačů zápornou zpětnou vazbou na nezablokovaných katodových odporech.

**3. Dokonalé omezení amplitudy** zabráňuje zkreslení přenášeného stereofonního signálu parazitní amplitudovou modulací. Omezovač musí parazitní modulaci odstranit a na výstupu dodávat signál konstantní napěťové úrovně, nezávislý na vstupním napětí. Proto bývají před poměrovým detektorem nejčastěji dva omezovací stupně.

Časová konstanta členu  $RC$  v omezovači je zmenšena na 3 až 5  $\mu s$ , aby nedocházelo ke zkreslení maximálního modulačního kmitočtu.

**4. Vazba laděných obvodů** mezifrekvenčního zesilovače smí být maximálně kritická, lepší je mírně podkritická. Vyplyvá to z toho, že k zamezení zkreslení v mezifrekvenčním zesilovači se připouští maximální změna skupinového zpoždění 2  $\mu s$  uvnitř pásma. Nejkonstantnějšího průběhu zpoždění se dosahuje při vazbách laděných obvodů  $kQ = 0,7$  až 1, při nadkritické vazbě se skupinové zpoždění v okolí rezonančního kmitočtu prudce mění.

**5. Poměrový detektor** musí zpracovávat celé modulační pásmo s co nejmenším lineárním i nelineárním zkreslením. Lineární část křivky  $S$  musí být 150 až



200 kHz, vzdálenost vrcholů křivky  $S$  bývá 500 kHz až 1 MHz. Pokud jde o lineární zkreslení, musí detektor zpracovávat všechny kmitočty od 50 Hz do 53 kHz rovnoměrně. Protože vnitřní odpor detektoru spolu se zakončovací kapacitou v místě odběru nízkofrekvenčního signálu tvoří dolní propust, nemá být zakončovací kapacita včetně kapacity přívodů a vstupní kapacity dekodéru větší než 600 pF. V praxi se nejčastěji pohybuje mezi 220 až 470 pF.

**Požadavky na mezifrekvenční zesilovač** pro příjem stereofonního signálu lze tedy shrnout takto:

a) šířka pásma přes celý zesilovač musí být asi 200 kHz (rozumí se pro pokles napětí o 3 dB);

b) vzhledem ke stabilitě útlumové charakteristiky je třeba použít v mezifrekvenčních transformátorech rezonanční kapacity 100 až 220 pF;

c) u elektronkových zesilovačů použít pro zlepšení stability nepřemostěný katodový odpor (asi 120  $\Omega$ );

d) použít minimálně dvoustupňový omezovač amplitudy;

e) časová konstanta omezovače musí být menší než 5  $\mu$ s;

f) vazba mezifrekvenčních laděných transformátorů má být mírně podkritická;

g) vzdálenost vrcholů křivky  $S$  poměrového detektoru musí být minimálně 500 kHz;

h) zakončovací kapacita poměrového detektoru v místě odběru nízkofrekvenčního signálu nemá být větší než 470 pF.

Schéma zapojení tranzistorového mezifrekvenčního zesilovače, který splňuje tyto požadavky, je na obr. 29. Čtyřstupňový zesilovač je ve standardním, často používaném zapojení. Zesílení prvního stupně je řízeno obvodem AVC; regulační napětí se získává za třetím stupněm diodou  $D_1$  a přivádí se na bázi tranzistoru  $T_1$  přes filtrační článek RC. Poslední tranzistor pracuje jako účinný

Obr. 29. Tranzistorový mezifrekvenční zesilovač pro stereofonní přijímač. Tranzistory  $T_1$  až  $T_4$  jsou typu AF121 nebo OC170, diody  $D_1$  GA203,  $D_2$  a  $D_3$  GA206



omezovač. Poměrový detektor je symetrický a kromě nízkofrekvenčního signálu dodává i napětí pro automatické do ladování kmitočtu oscilátoru vstupního dílu (ADK). Vazba laděných obvodů je mírně podkritická ( $kQ = 0,9$ ), rezonanční kapacity jsou dostatečně velké.

Na obr. 30 je schéma zapojení velmi kvalitního mezifrekvenčního zesilovače, který splňuje všechny předpoklady pro dobrý stereofonní příjem. Zesilovač je šestistupňový, se dvěma účinnými omezovacími stupni s tranzistory  $T_4$ ,  $T_5$ . Velké účinnosti omezování se dosahuje dvojicemi křemíkových diod  $D_2$ ,  $D_3$  a  $D_4$ ,  $D_5$ . První zesilovací stupeň má automatické řízení zesílení; napětí AVC se získává stejným způsobem jako v předcházejícím zapojení. Tranzistor  $T_1$  slouží současně jako řídicí zesilovač napětí AVC pro vstupní díl VKV. Na emitor  $T_1$  je možné připojit ručkový indikátor vyladění. Diody poměrového detektoru  $D_6$ ,  $D_7$  mají nastaveno předpětí v propustném směru (protékající proud je asi  $50 \mu A$ ), čímž se dosahuje větší usměrňovací účinnosti. Z výstupu poměrového detektoru se odebírá nízkofrekvenční signál a stejnosměrné napětí pro obvod ADK. Odporovým děličem  $51 k\Omega$ ,  $15 k\Omega$  se nastavuje pracovní bod kapacitní diody.

Citlivost ve spojení s dílem VKV z obr. 28 je pro dokonalé omezování  $2 \mu V$ , šířka pásma  $250 kHz$  a vzdálenost vrcholů křivky  $S$  poměrového detektoru  $1 MHz$ .

### Příklady a popis některých typických stereofonních přijímačů

Všeobecně lze říci, že stereofonní rozhlasové přijímače mají splňovat běžné požadavky Hi-Fi a že se tedy pro stereofonní aplikaci hodí jen větší stolní přijímače nebo přijímače luxusní. Z tohoto hlediska je více než problematická snaha některých výrobců rozšířit sortiment stereofonních přijímačů o skupinu kabelkových přístrojů, jako je tomu např. u stereofonního doplňku Hitachi KH907, prodávaného i u nás.

Všechny přijímače pro stereofonní přednes lze podle jejich vnějších znaků

rozdělit na stolní, hudební skříně, tunery a tzv. budicí přijímače.

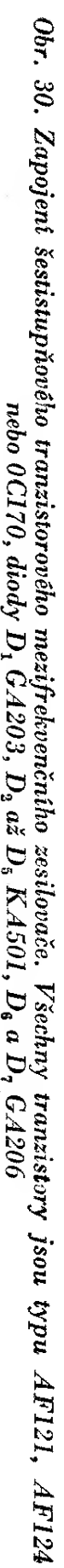
Stolní stereofonní přijímače jsou v podstatě přijímače vyšší jakostní třídy, vybavené stereodekodérem a dvěma reproduktorovými soustavami. U starších typů byly obě soustavy ve společné skříně s přijímačem. Protože tímto řešením se zmenšuje prostor s vnímatelným stereofonním jevem, mají dnešní přijímače jednu reproduktorovou soustavu oddělitelnou. Přijímač lze sestavit jako jeden celek, nebo lze jednu reproduktorovou soustavu vzdálit od přijímače libovolně daleko. Vlastnosti těchto přijímačů nepřekračují obvykle průměrnou úroveň a jsou cenově nejdostupnější.

Hudební skříně mají v jednom nábytkovém celku vestaven stereofonní přijímač, reproduktorové soustavy, gramofon a někdy i magnetofon.

Pod pojmem stereofonní tuner se rozumí takový přijímač, který nemá nízkofrekvenční zesilovač. Skládá se z vysokofrekvenčního a mezifrekvenčního dílu, stereofonního dekodéru a pomocných obvodů. Na výstupu nízkofrekvenčního signálu za detektorem mívají většinou zařazen měnič impedance. Tuner může být určen pro příjem jen v pásmu VKV, nebo může být kombinovaný, tj. např. pro příjem VKV – SV nebo i jiných rozsahů amplitudově modulovaného rozhlasu. Tunery se používají jako stavebnicové prvky kvalitních zařízení Hi-Fi.

Charakteristickým představitelem stereofonních přijímačů je tzv. budicí přijímač, který lze považovat za nejrozšířenější typ stereofonního přijímače. Budicí přijímač je v podstatě kompletní kvalitní přijímač, nemá však vlastní reproduktory. K přijímači se připojují dvě samostatné reproduktorové soustavy. Zákazník si může vybrat z většího sortimentu reproduktorových soustav takové, které splňují jeho požadavky na kvalitu reprodukce a vyhovují jeho bytovému interiéru.

Stereofonní přijímače se zpočátku vyráběly jako elektronkové nebo jako smíšené (elektronky i tranzistory). Nejnovější stereofonní přijímače všech druhů jsou celotranzistorové. Pokud jde o celkovou koncepci, projevují se u moder-



ních přijímačů všech druhů tyto směry vývoje:

Ve špičkových přijímačích se objevují tranzistory řízené polem a integrované obvody.

Konstrukčně jsou přijímače ploché a nízké, s velkoplošnou stupnicí, která tvoří celou přední stěnu přijímače. Často se používá kombinace kovu a skla.

Klávesnicové přepínání vlnových rozsahů se většinou nahrazuje přepínáním tlačítkovým. Tlačítka jsou válcového tvaru a jsou z organického skla nebo jiných plastických hmot galvanicky pokovených, stejně jako knoflíky.

Vyladění stanice indikuje výhradně ručkový měřicí přístroj, indikátorem stereofonního signálu je žárovka.

Přijímače mají většinou čtyři vlnové rozsahy (VKV, KV, SV, DV), přičemž se projevuje snaha omezit velký kmitočtový rozsah krátkých vln na pásmo 41 až 49 m nebo zařadit další vlnový rozsah s pásmem 49 m. Tím se usnadňuje ladění na krátkých vlnách a tento rozsah se stává pro posluchače přitažlivějším.

Koncové stupně nízkofrekvenčních výkonových zesilovačů jsou bez výstupního transformátoru ve dvojčinném zapojení s komplementárními budicími tranzistory (zesilovače typu Transiwatt).

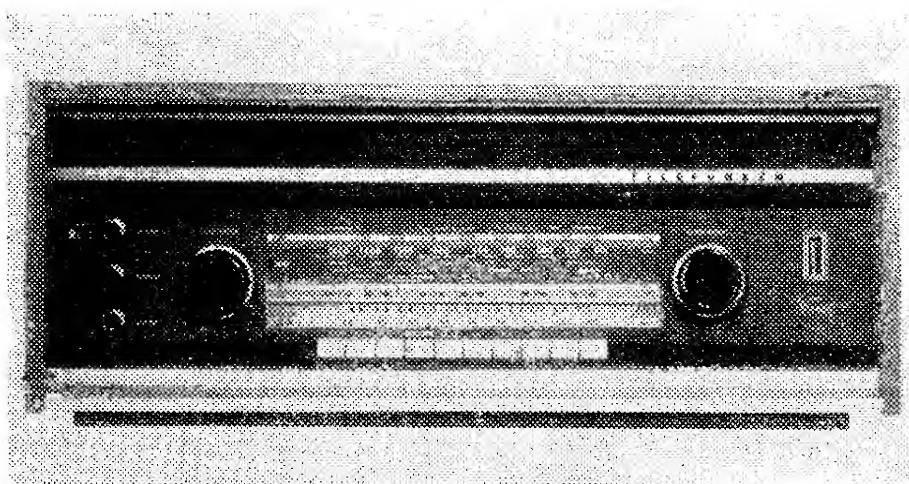
V nízkofrekvenčním zesilovači se již nepoužívá tlačítkový tónový registr (řeč, bas, orchestr apod.), ale tlačítka jsou označena jako hlukový nebo šumový filtr. Jejich stlačením se ostře omezuje kmitočtová charakteristika u nízkých nebo vysokých kmitočtů (u prvního asi pod 80 Hz, u druhého nad 8 kHz).

**Stolní přijímače.** – Příkladem této kategorie je stereofonní přijímač firmy Graetz Silvretta 12 C. Reprodukter pro jeden kanál je organicky spojen s přijímačem, reproduktor druhého kanálu je v samostatné skřínce, kterou je možné přiložit těsně ke skřínce přijímače nebo vzdálit až 2,5 m. Stereofonní indikace je řešena dvojitým elektronickým indikátorem. Přijímač má 5 elektronek, 7 tranzistorů a 10 diod, 4 vlnové rozsahy (VKV, KV, SV, DV). Výstupní výkon nízkofrekvenčního zesilovače je  $2 \times 3$  W, váha přijímače 9,8 kg a rozměry  $672 \times 21 \times 165$  mm.

**Tunery.** – Představitelem této skupiny může být celotranzistorový tuner Telefunken T201. Patří mezi poměrně jednoduché a levné typy. Má jen 13 tranzistorů a 12 diod, je čtyřrozsahový s běžnými pásmy. Pro příjem AM je určeno sedm laděných obvodů, pro FM deset. Vstupní díl VKV je dvoutranzistorový (AF106, AF121), mezifrekvenční díl třístupňový. Dekodér nemá automatické přepínání mono-stereo a pracuje na principu časového přepínání; indikátorem stereofonního signálu je žárovka. Na výstupu tuneru jsou pro každý kanál emitorové sledovače jako impedanční transformátory. Automatické doladování kmitočtu oscilátoru na VKV a ručkový měřicí přístroj pro indikaci vyladění zajišťují správné naladění žádaného vysílače. Šumové číslo části VKV je  $4 \text{ kT}_0$ , citlivost  $1,2 \text{ } \mu\text{V}$  při poměru signálu k šumu 26 dB a kmitočtovém zdvihu 40 kHz. Pro rozsahy AM je citlivost lepší než  $15 \text{ } \mu\text{V}$  pro poměr signálu k šumu 10 dB.

**Budicí přijímače.** – Tyto přístroje představují nejrozšířenější skupinu stereofonních přijímačů. Příkladem přijímače se smíšeným osazením je Opus Studio firmy Telefunken (obr. 31). Je osazen šesti elektronkami, 19 tranzistory a 12 diodami. Přijímač je čtyřrozsahový. Vysokofrekvenční a mezifrekvenční část spolu s dekodérem jsou elektronkové, nízkofrekvenční zesilovače jsou tranzistorové. Třístupňový mezifrekvenční zesilovač má šířku pásma 170 kHz, omezování signálu začíná od vstupní úrovně  $5 \text{ } \mu\text{V}$ . Přijímač je vybaven automatickým doladováním kmitočtu oscilátoru, stereofonním indikátorem, automatickým potlačením šumu při ladění, šumovým a hlukovým filtrem. Nízkofrekvenční zesilovače mají výkon  $2 \times 15$  W při zkreslení menším než 1 % na kmitočtu 1 kHz.

Dalším budicím přijímačem je Blaupunkt Salerno. Je osazen 30 tranzistory, má rozsahy DV, SV, KV, 49 m, VKV. Je vybaven automatickým stereofonním dekodérem se stereofonním indikátorem, jehož schéma je na obr. 22. Vstupní díl VKV je třítranzistorový a je přeladitelný změnou indukčnosti v kolektoru vysokofrekvenčního zesilovače a v obvodu oscilátoru. Oscilátor a směšovač jsou oddě-



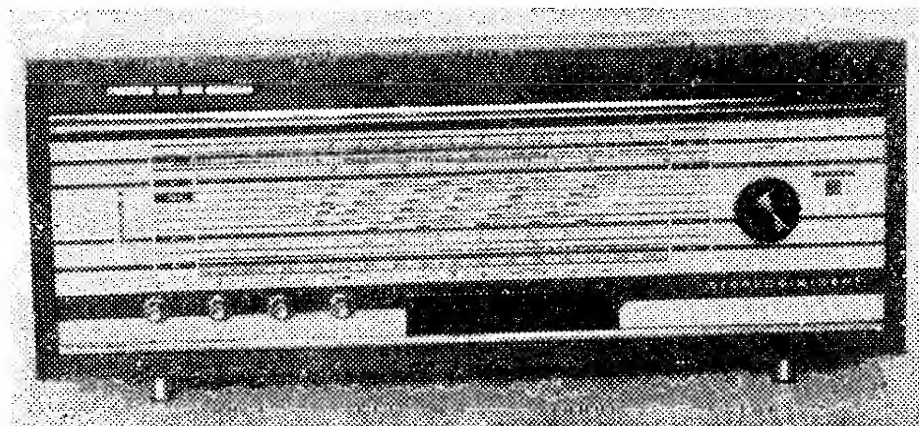
Obr. 31. Budicí přijímač Telefunken Opus Studio

leny. Mezifrekvenční zesilovač pro FM je čtyřstupňový. Za dekodérem je pro každý kanál zapojen emitorový sledovač, následuje nízkofrekvenční zesilovač s komplementárními koncovými tranzistory. Výstupní výkon je  $2 \times 20$  W při zkreslení 1 % a je napájen ze stabilizovaného zdroje napětím 34 V. Obvody přijímače jsou rozděleny na dvě hlavní desky s plošnými spoji. Na jedné je vysokofrekvenční část AM, kombinovaný mezifrekvenční zesilovač AM/FM, dekodér a emitorové sledovače. Na druhé desce je dvoukanálový nízkofrekvenční zesilovač (kromě koncových tranzistorů, které jsou izolovaně uchyceny na základním šasi).

Zajímavou vzhledovou koncepcí se vyznačuje budicí přijímač Schaub-Lorenz Stereo 4000. Jeho celková výška je jen 8 cm a na přední straně jsou proto jen ovládací prvky; stupnice je v přední části horní plochy. Konstrukcí se přijímač hodí zvláště k modernímu sektorovému nábytku a pro nábytkové stěny.

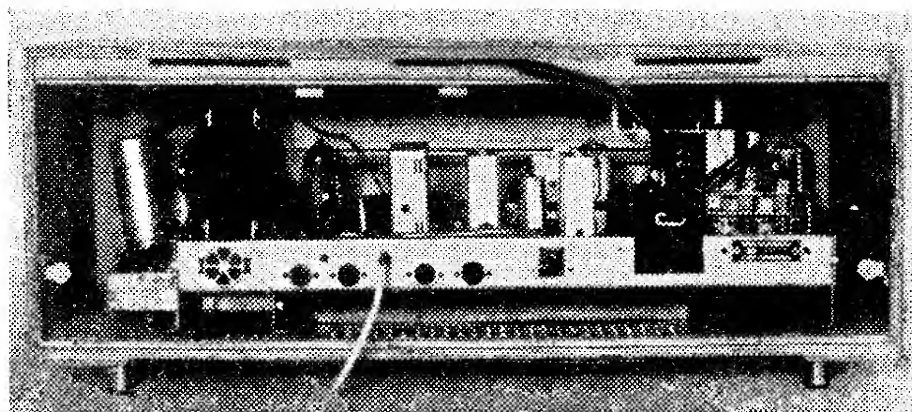
Je celotranzistorový, má čtyři rozsahy (VKV, KV, SV, DV), krátkovlnné pásmo je omezeno na rozsah od 5,8 do 8 MHz (41 až 49 m). Pro část FM má 15 laděných obvodů, pro část AM 7. Je osazen 29 tranzistory a 17 diodami, má automatické doladění oscilátoru na VKV, automatické přepínání mono-stereo a stereofonní indikátor. Vstupní citlivost na rozsahu VKV je  $1,5 \mu\text{V}$  pro poměr signál-šum 20 dB, omezování nastává při  $5 \mu\text{V}$ . Mezifrekvenční zesilovač FM je čtyřstupňový. Přijímač má samostatný mezifrekvenční zesilovač pro AM a FM. Výkon koncových stupňů nízkofrekvenčního zesilovače je  $2 \times 15$  W při zkreslení 1 %. Váha přijímače je 7 kg, rozměry  $545 \times 80 \times 280$  mm.

Na obr. 32 a 33 je první československý budicí přijímač Tesla 538A – Stereodirigent, výrobek n. p. Tesla Bratislava. Je to moderní čtyřrozsahový stereofonní přijímač pro příjem amplitudově a kmitočtově modulovaného rozhlasu. Je osa-



Obr. 32. Čs. stereofonní přijímač Tesla 538A Stereodirigent

Obr. 33. Pohled na přijímač 538A po odejmutí zadní stěny



zen 7 elektronkami, 2 tranzistory a 8 diodami, má oddělenou regulaci vysokých a hlubokých tónů, tlačítkové přepínání vlnových rozsahů, tlačítkový registr (stereo, šířka pásma, ADK, řeč), odpínatelnou feritovou anténu pro příjem na rozsahu DV a SV, vestavěný dipól pro VKV, přípojky pro stereofonní magnetofon a gramofon, fyziologický regulátor hlasitosti, kombinovaný optický indikátor pro vyladění přijímače a stereofonní indikaci, automatické řízení citlivosti a pro rozsah VKV automatické doladování kmitočtu oscilátoru.

Jako indikátor vyladění a indikátor stereofonního signálu slouží speciální elektronka EMM803.

Po mechanické stránce je přijímač stavebnicové konstrukce a vychází do určité míry z předcházejícího monofonního typu. Jednotlivé stavebnicové prvky jsou: díl VKV, vstupní díl pro rozsahy AM s tlačítkovým přepínáním, mezifrekvenční zesilovač, dekodér a dvoukanálový nízkofrekvenční zesilovač.

Technické vlastnosti: čtyři vlnové rozsahy (VKV, KV, SV, DV), šest laděných obvodů pro AM, osm pro FM, mezifrekvenční kmitočet pro AM je 468 kHz, pro FM 10,7 MHz, vysokofrekvenční citlivost pro výstupní výkon 50 mW je 3  $\mu$ V na rozsahu VKV (poměr signálu k šumu 26 dB, kmitočtový zdvih 15 kHz) pro monofonní příjem 50  $\mu$ V na rozsahu KV, 33  $\mu$ V pro SV a 35  $\mu$ V pro DV při poměru signálu k šumu 10 dB. Nízkofrekvenční citlivost je 15 mV, výstupní výkon  $2 \times 2,5$  W. Osazení elektronkami a tranzistory: ECC85, ECH81, ECF803, ECC83,  $2 \times$  ECL86, EMM803

a  $2 \times$  0C170. Použitý stereofonní dekodér TSD3A je popsán na straně 13 a v AR 7/68.

## Nastavování stereofonních přijímačů

### Nastavování mf obvodů

Protože kvalita příjmu stereofonního signálu závisí v podstatné míře na kvalitě mezifrekvenčního zesilovače, mělo by nastavování stereofonního přijímače začít vždy kontrolou této části.

Při kontrole a nastavování mezifrekvenčního zesilovače a poměrového detektoru je možné v zásadě postupovat stejně jako u přijímačů monofonních, tj. použít generátor 10,7 MHz a elektronkový voltmetr nebo mikroampérmetr s předřadným odporem. Laděné obvody se nastavují na maximální výchylku ručky voltmetru, přičemž se doporučuje zatlumit odporem nebo vhodným kondenzátorem právě neladěný obvod. Postup nastavování tímto způsobem byl mnohokrát popsán a proto se jím nebudeme dále zabývat. Kromě toho nedává nastavování a kontrola tímto způsobem u stereofonních přijímačů dostatečný přehled o kvalitě mezifrekvenčního zesilovače, zvláště o symetrii a šířce útlumové charakteristiky a o linearitě a vzdálenosti vrcholů křivky S poměrového detektoru. Proto se raději používá zobrazování útlumové charakteristiky a křivky S na osciloskopu pomocí rozmitače.

Metoda snímání křivek rezonančních obvodů pomocí rozmítaného signálu se používá především v televizní technice, při výrobě a kontrole rozhlasových přijímačů jen ojediněle, většinou ke kontrole tvaru křivky S poměrového detektoru. Pro kontrolu a nastavování stereofonních přijímačů lze však tuto metodu označit za jedinou skutečně správnou, i když je u dobře navržených obvodů možné dosáhnout dobrých výsledků nastavováním klasickými metodami.

Z továrních přístrojů, které se u nás vyskytují, jsou pro naše účely vhodné: selektrograf RFT S081, československý rozmítač Tesla BM419 ve spojení s osciloskopem a do jisté míry i stereofonní kodér SC-A, který má vestavěn rozmítač 70 MHz. Ke kontrole a nastavování mezifrekvenčního zesilovače lze v zásadě používat rozmítaný mezifrekvenční kmitočet 10,7 MHz nebo rozmítaný vstupní kmitočet pásma VKV. Při této kontrole celého přijímače předpokládáme, že obvody dílu VKV jsou dostatečně širokopásmové a nezkreslí výsledky měření. Kmitočtový zdvih rozmítaného signálu bývá asi  $\pm 0,5$  MHz a k rozmítání se používá kmitočet sítě.

Při kontrole a nastavování křivky S připojujeme osciloskop na výstup nízkofrekvenčního signálu z poměrového detektoru (vstup dekodéru). Výstupní napětí rozmítače (10,7 MHz) připojujeme na bázi posledního mezifrekvenčního tranzistoru.

Celý mezifrekvenční zesilovač musíme kontrolovat buďto včetně poměrového detektoru, nebo bez něho. První způsob je méně pracný, druhý je přesnější a správnější.

Při nastavování mezifrekvenčního zesilovače včetně poměrového detektoru přivedeme mezifrekvenční rozmítaný signál na vstup zesilovače, tj. na bázi prvního mezifrekvenčního tranzistoru, nebo navlečením kovového kroužku o šířce 1 cm na směšovací elektronku dílu VKV (ECC85); osciloskop je připojen jako při nastavování poměrového detektoru.

Všechny obvody mezifrekvenčních transformátorů nastavujeme na maximální amplitudu, strmost a souměrnost křivky S s největší linearitou střední části. Nevý-

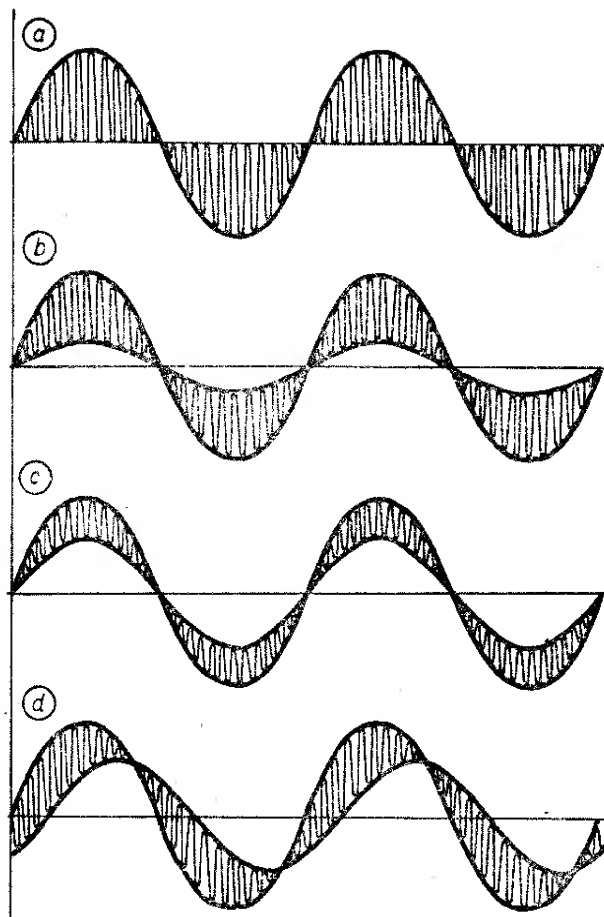
hodou tohoto způsobu je, že nesprávnost naladění jednotlivých transformátorů lze vykompenzovat laděním poměrového detektoru a naopak, takže výsledkem může být sice zdánlivě dobrá křivka, ve skutečnosti však ani křivka S, ani útlumová charakteristika nemají žádaný tvar. Výsledkem je větší zkreslení signálu a nežádoucí fázové posuvy. Při této metodě se dosahuje nejlepších výsledků tehdy, nastavíme-li nejdříve samotný poměrový detektor (signál přivádíme na poslední mezifrekvenční stupeň) a až potom nastavujeme ostatní obvody zesilovače; naladění detektoru však neměníme.

Při nastavování mezifrekvenčního zesilovače bez poměrového detektoru zůstává rozmítaný signál připojen na vstup zesilovače, osciloskop je však připojen přes oddělovací odpor 100 k $\Omega$  na člen RC posledního omezovacího stupně; u tranzistorových přijímačů připojíme přes kondenzátor o malé kapacitě na zatlumený primární obvod poměrového detektoru vysokofrekvenční detekční sondu. Tak můžeme získat celkovou útlumovou charakteristiku mezifrekvenčního zesilovače a pomocí značkových obvodů rozmítače určit šířku pásma pro pokles o 3 dB; vzdálenost vrcholů křivky S poměrového detektoru i velikost jeho lineární části zjistíme při připojení osciloskopu na výstup poměrového detektoru.

Vlastnosti celé přenosové cesty stereofonního přijímače od anténních zdířek až po výstup z poměrového detektoru lze kontrolovat i stereofonním kodérem a osciloskopem. Tato kontrola dává jednoznačný obraz o vhodnosti vysokofrekvenčních a mezifrekvenčních obvodů pro přenos stereofonního signálu.

Vysokofrekvenční signál z kodéru, modulovaný zakódovaným stereofonním signálem, přivedeme přes symetrizační článek na anténní vstup přijímače a osciloskop připojíme paralelně ke vstupu dekodéru, tj. na výstup poměrového detektoru. Na stereofonním kodéru nastavíme modulaci jednoho kanálu 1 kHz, druhý kanál je nemodulovaný; pilotní kmitočet je vypnut. Takto vytvořený zakódovaný signál má tvar podle obr. 34a; o tom se můžeme přesvědčit po připojení osciloskopu na nízkofrekvenční výstup kodéru.





Obr. 34. Různý průběh signálů na výstupu dekodéru při kontrole vysokofrekvenční stereofonní cesty přijímače: a – ideální zakódovaný stereofonní signál s modulací jen v jednom kanálu, bez pilotního kmitočtu; b – signál s malým potlačením rozdílové složky; c – nedovoleně velké potlačení rozdílové složky; d – fázové chyby v mezifrekvenčním zesilovači

Jsou-li přenosové vlastnosti vysokofrekvenční i mezifrekvenční části včetně poměrového detektoru ideální, musí mít signál na výstupu poměrového detektoru tvar podle obr. 34a. V praktických případech nastane vždy určité zmenšení rozdílové složky, způsobené omezenou šířkou pásma mezifrekvenčního zesilovače a útlumem vyšších kmitočtů poměrovým detektorem. Vstupní napětí pro dekodér bude mít proto obvykle tvar podle obr. 34b, tj. rozdílová složka bude potlačena asi o 5 až 10 %. S tímto poklesem se vždy počítá a je možné kompenzovat jej příslušnými obvody dekodéru. V případě nevhodného poměrového

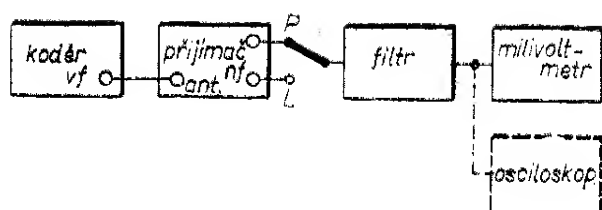
detektoru nebo příliš úzkého pásma mezifrekvenčního dílu bude mít průběh na osciloskopu tvar podle obr. 34c – rozdílová složka je nepřipustně potlačena. Dochází-li k fázovému zkreslení v mezifrekvenčním zesilovači, projeví se tato chyba průběhem podle obr. 34d. Po celou dobu měření musí být přijímač přesně naladěn na kmitočet generátoru (nejlépe je zapnout ADK přijímače). V případě nepřesného naladění nebo velké nesymetrie křivky *S* poměrového detektoru vznikne na osciloskopu ořezávání horních nebo dolních vrcholů zobrazovaného průběhu.

### Nastavování stereofonního dekodéru pomocí kodéru

Obvody dekodéru je třeba nastavovat tehdy, nedosahuje-li při kontrolním měření přijímače přeslech mezi kanály požadované velikosti.

Přeslech měříme vysokofrekvenčním stereofonním signálem (tj. přes celý přijímač) s modulací jen v jednom kanálu. Ke kontrole lze použít jako zdroj signálu stereofonní kodér nebo zkušební test, vysílaný stereofonní rozhlasovou stanicí. Jako indikátor je nejlepší osciloskop nebo nízkofrekvenční milivoltmetr s filtrem, propouštějícím kmitočty do 15 kHz. Indikátor lze připojit na výstup dekodéru nebo také paralelně k reproduktoru jednoho nebo druhého kanálu.

Nastavování obvodů dekodéru je samozřejmě nutné vždy při ožiování nově postaveného přístroje a také při opravách po podstatnějších zásazích do jednotlivých obvodů. Za podstatný zásah do obvodů dekodéru, který může ovlivnit optimální nastavení, nelze považovat jen zásah do laděných obvodů, ale i výměnu tranzistorů nebo i výměnu odporů nebo vazebních kondenzátorů. Např. náhrada proraženého vazebního kondenzátoru v zesilovači 19 kHz kondenzátorem se stejnou vyznačenou hodnotou může znamenat nepřipustnou fázovou odchylku pilotního kmitočtu. Je třeba počítat s tím, že ani pětiprocentní výrobní tolerance součástek nezaručuje při jejich výměně stejné vlastnosti dekodéru.



Obr. 35. Zapojení měřicích přístrojů při měření přeslechů

### Kontrola přeslechu kanálů

Vysokofrekvenční napětí z kodéru, modulované zakódovaným stereofonním signálem, připojíme na anténní vstup přijímače. Na výstup dekodéru nebo paralelně k reproduktoru připojíme osciloskop nebo nízkofrekvenční milivoltmetr s filtrem. Na kodéru zapneme modulaci jednoho kanálu 1 kHz, druhý kanál je bez modulace. Na výstupu měříme úroveň užitečného signálu ( $U_1$ ) a zbytkového signálu pronikajícího do druhého kanálu ( $U_2$ ). Velikost přeslechu je určena vztahem:

$$D = 20 \log \frac{U_1}{U_2} \quad [\text{dB}].$$

Stejně změříme přeslech druhého kanálu, tj. na kodéru modulujeme signálem 1 kHz druhý kanál.

Velikost minimálního přeslechu je předepsána v servisních návodech jednotlivých přijímačů. Za nejmenší přípustnou hodnotu lze považovat 25 dB, běžně dosahované hodnoty jsou 30 až 35 dB

Při připojení měřicího přístroje paralelně k reproduktoru se celkový přeslech zhorší o přeslech nízkofrekvenčního zesilovače. Ten však bývá mnohem lepší než u dekodéru, takže měření podstatně neovlivní.

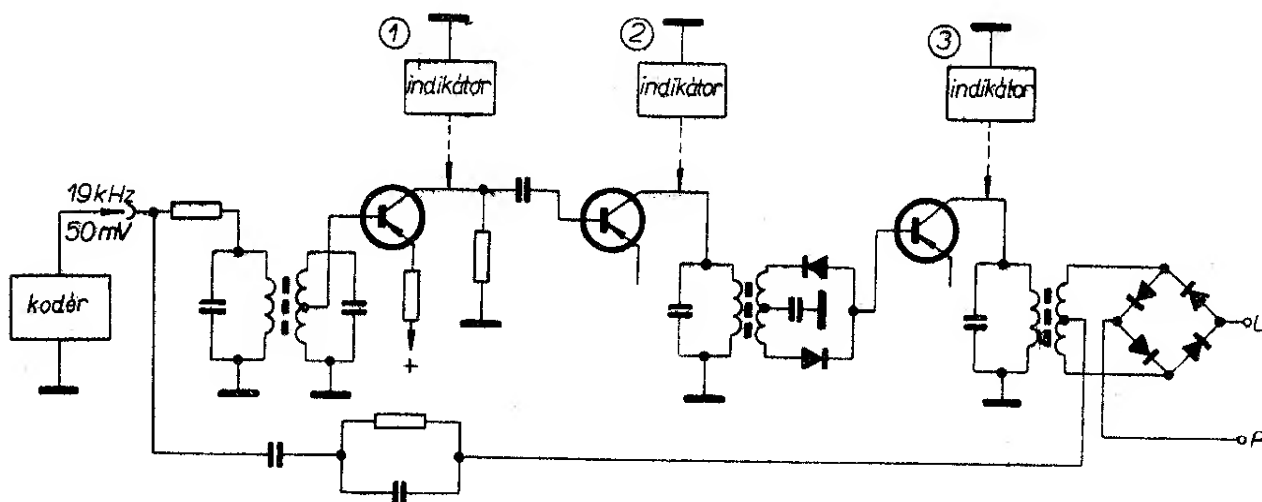
Před nízkofrekvenční milivoltmetr nebo osciloskop se má při měření přeslechu zapojit dolní propust 0 až 15 kHz, jinak naměříme horší přeslech, než jaký je ve skutečnosti, protože výsledek měření je zkreslen zbytkovým napětím pomocné nosné vlny a pilotního kmitočtu na výstupu dekodéru. Blokové schéma pro měření přeslechu kanálů stereofonního přijímače je na obr. 35.

Při kontrole samotného dekodéru potřebujeme k měření zakódovaný stereofonní signál o špičkové úrovni asi 1 V.

### Předladění obvodů 19 a 38 kHz

Po větším zásahu do obvodů dekodéru a při ožiování musíme nejdříve předladit obvody 19 a 38 kHz obnovovače pomocné nosné vlny.

Při předladování dekodéru vestavěného do přijímače připojujeme vysokofrekvenční signál ze stereofonního kodéru na anténní zdířky přijímače; při předladování samotného dekodéru propojíme výstup kodéru přímo s dekodérem. Oba kanály ponecháme bez modulace, takže zakódovaný signál tvoří vlastně jen pilotní kmitočet 19 kHz. Počáteční výstupní úroveň zakódovaného signálu má být pro samotný



Obr. 36. Předladění obvodů 19 a 38 kHz



dekodér asi 50 mV. Během ladění se toto napětí zmenšuje tak, aby výstupní napětí na indikátoru nepřekročilo 2 až 3 V. Při předladování dekodéru v přijímači není třeba věnovat úrovni vstupního napětí pozornost, protože omezovací stupně přijímače zajistí konstantní výstupní napětí v širokém rozsahu vstupního napětí. Jako indikátor naladění je vhodný osciloskop nebo nízkofrekvenční milivoltmetr, připojený co nejkratšími přívody přes oddělovací odpor na poslední laděný obvod 38 kHz (mezi anodu elektronky nebo kolektor tranzistoru a zem) nebo na přívody napětí 38 kHz pro elektronický přepínač (obr. 36).

Postupně naladíme všechny obvody 19 a 38 kHz na maximální údaj výstupního indikátoru. Stane-li se, že při připojení pilotního kmitočtu na vstup dekodéru nezískáme na indikátoru žádnou výchylku, přepojíme indikátor na kolektor prvního nebo druhého tranzistoru a budeme předladovat stupeň po stupni od vstupního laděného obvodu (pořadí připojování milivoltmetru 1, 2, 3 na obr. 36).

#### *Nastavení přeslechu*

K nastavení optimálního přeslechu nelze dát jednoznačný návod; nejvýhodnější je řídit se pokyny výrobce v servisní dokumentaci.

Připojení přístrojů při nastavování přeslechu je stejné jako při kontrole přeslechu kanálů.

Na velikost přeslechu mají vliv především prvky, určené výhradně pro tuto funkci – nastavovací odpory nebo potenciometry, dále pak správná fáze kmitočtu pomocné nosné vlny. Fázi pomocné nosné můžeme měnit v poměrně značném rozsahu malým rozladováním laděných obvodů 19 a 38 kHz (natáčením jader o polovinu až jeden závit); nastavení těchto obvodů na maximum se nemá téměř změnit.

Nemáme-li nastavovací předpis výrobce, postupujeme podle těchto pravidel:

1. Nemá-li dekodér proměnné odpory pro nastavení přeslechu, nastavujeme optimální přeslech jen změnou fáze pomocné nosné vlny malým rozladováním rezonančních obvodů 19 a 38 kHz. Nej-

větší vliv na změnu fáze mají pásmové filtry. Při nastavování musíme kontrolovat i úroveň pomocné nosné vlny a dbát, aby její úroveň zůstala maximální.

2. Má-li dekodér proměnné odpory pro nastavení přeslechu, pokusíme se nastavit optimální přeslech nejdříve těmito odpory. Není-li přeslech ani potom vyhovující, postupujeme podle bodu 1, přičemž nastavení opravujeme odpory a současně sledujeme maximální amplitudu pomocné nosné vlny.

#### **Nastavování dekodéru bez pomoci stereofonního kodéru**

Nemáme-li možnost použít k nastavení stereofonního dekodéru signál ze zkušebního generátoru – stereofonního kodéru, použijeme signál místní stereofonní stanice.

#### *Předladění obvodů 19 a 38 kHz*

K předladění lze použít libovolný program stereofonního vysílače. Dekodér můžeme ovšem předladovat jen v přijímači. K indikaci naladění použijeme osciloskop nebo nízkofrekvenční milivoltmetr, který připojíme přes oddělovací odpor 10 kΩ až 100 kΩ na živý konec posledního laděného obvodu 38 kHz dekodéru. Přijímač naladíme na vysílač stereofonního programu a pokud je v přijímači vestavěn obvod automatického doladování kmitočtu oscilátoru, zapneme jej. Cívky laděných obvodů 19 a 38 kHz ladíme na maximální údaj indikátoru. Tato metoda vychází z poznatku, že při příjmu stereofonního vysílání dostáváme na výstupu poměrového detektoru zakódovaný stereofonní signál, obsahující i pilotní kmitočet 19 kHz. Dosáhne-li při nastavování údaj indikátoru nadměrné velikosti, zmenšíme úroveň signálu zařazením útlumového článku mezi poměrový detektor a dekodér. Dosažení nadměrné velikosti se projeví tím, že se indikovaný signál při přeladování obvodů nemění.

Velmi silně rozladěné obvody nejprve předladujeme generátorem RC. Signál 19 nebo 38 kHz (podle potřeby) přivedeme vždy přes oddělovací kondenzátor

0,1  $\mu$ F na bázi tranzistoru daného stupně, indikátor připojíme přes oddělovací odpor k laděnému obvodu a obvod nastavíme na maximum. Oddělovací odpor připojujeme vždy co nejbližší k laděnému obvodu, aby jeho rozladění způsobené připojením indikátoru bylo minimální.

### *Nastavení přeslechu kanálů*

V tomto případě můžeme použít jen stereofonní test, vysílaný pravidelně stereofonními stanicemi. Tento test se vždy skládá z různých variant zakódovaného signálu. Jednou složkou bývá vysílání harmonického signálu (např. 1 kHz) nebo metronomu jen v jednom kanálu. Po dobu vysílání takového testu nastavíme optimální přeslech kanálů stejným postupem jako při použití stereofonního kodéru. Nevýhodou je velká časová tíseň, protože trvání testu je časově omezené.

### **Nastavovací předpis stereofonního dekodéru Tesla TSD3A**

Schéma dekodéru je na obr. 19. K nastavení potřebujeme stereofonní kodér a osciloskop nebo milivoltmetr s filtrem.

Na vstup dekodéru (vývod 2) přivedeme ze stereofonního kodéru napětí pilotního kmitočtu 19 kHz o úrovni 70 mV. Nízkofrekvenční milivoltmetr připojíme co nejkratšími nestíněnými přívody mezi kondenzátor  $C_{11}$  a šasi. Laděním jader cívek  $L_1$ ,  $L_2$ ,  $L_3$  a  $L_4$  nastavíme maximální výchylku ručky milivoltmetru. Vstupní signál ze stereofonního kodéru zmenšujeme během nastavování tak, aby velikost indikovaného napětí nepřekročila 3 až 4 V (trimr  $R_2$  je v levé krajní poloze). Filtr milivoltmetru je při tomto nastavení vypnut.

K nastavení minimálního přeslechu modulujeme zakódovaný signál kmitočtem 1 kHz v jednom kanálu, druhý kanál je bez modulace. Úroveň napětí pilotního signálu nastavíme při vypnuté modulaci na 150 mV. Trimr  $R_2$  zůstává stále v levé krajní poloze.

Milivoltmetr s filtrem (dolní propustí) připojíme na výstup pravého kanálu, na kodér zapneme modulaci 1 kHz do le-

vého kanálu. Otáčením jádra cívky  $L_1$  nastavíme minimální výchylku ručky milivoltmetru. Milivoltmetr přepojíme na kondenzátor  $C_{11}$ , filtr i modulaci vypneme a jádrem cívky  $L_2$  nastavíme maximální výchylku ručky milivoltmetru. Postup nastavení  $L_1$  opakujeme při modulaci zapnuté do levého kanálu. Nakonec nastavíme odporovým trimrem  $R_2$  minimální výchylku ručky milivoltmetru (filtr zapnut, modulace 1 kHz v levém kanálu, milivoltmetr připojen na výstup pravého kanálu). Přepnutím modulace na stereofonní kodér do pravého kanálu a přepojením milivoltmetru na výstup levého kanálu překontrolujeme přeslech z pravého do levého kanálu; oba přeslechy kanálů mají být přibližně stejné.

Přeslech kanálů má být lepší než 26 dB, tj. napětí na výstupu modulovaného kanálu má být více než dvacetkrát větší než napětí na výstupu nemodulovaného kanálu.

Na vývodu 5 pro připojení stereofonního indikátoru má být při vstupním napětí pilotního kmitočtu 150 mV stejnosměrné napětí —6 až —10 V (měřeno stejnosměrným elektronkovým voltmetrem).

Při kontrole a nastavení přeslechu vysokofrekvenčním signálem přes celý přijímač připojíme na anténní vstup vysokofrekvenční výstup stereofonního kodéru, přijímač přesně naladíme na nosný kmitočet (nejlépe je zapnout obvod ADK přijímače). Velikost výstupního napětí kodéru nastavíme na 0,5 až 5 mV, zapneme modulaci 1 kHz do jednoho kanálu při hloubce modulace 50 % (kmitočtový zdvih 25 kHz). Paralelně k reproduktoru (nebo umělé zátěži) právě modulovaného kanálu připojíme přes dolní propust nízkofrekvenční milivoltmetr a regulátorem hlasitosti na něm nastavíme napětí odpovídající výkonu 1 W (pro zatěžovací impedanci 4  $\Omega$  je napětí 2 V). Potom připojíme milivoltmetr s filtrem paralelně ke druhému reproduktoru a změříme zbytkové napětí  $U_z$ . Přeslech je vyjádřen vztahem

$$D = 20 \log \frac{2}{U_z} \quad [\text{dB}].$$

Stejně změříme přeslech při modulaci druhého kanálu. Při měření je třeba nastavit stereováhu na elektrický střed, tj. na stejné zesílení obou kanálů.

Velikost obou přeslechů musí být lepší než 26 dB. Optimální přeslech nastavíme trimrem  $R_2$  na minimální velikost  $U_z$ .

## Opravy dekodérů

### Měřicí přístroje

#### *Univerzální měřicí přístroj*

Nepostradatelným pomocníkem při opravách je univerzální měřicí přístroj na měření stejnosměrných a střídavých napětí a proudů. Obvykle je možné měřit s ním napětí asi do 500 V a proudy do 3 až 6 A. Vnitřní odpor voltmetru má být co největší a pohybuje se u různých typů od 333  $\Omega/V$  do 50 000  $\Omega/V$  i více. Z našich univerzálních přístrojů jsou nejznámější výrobky národního podniku Metra Blansko Avomet a DU10 (Avomet II).

#### *Osciloskop*

Dosud málo používaným přístrojem při opravách je osciloskop. Přitom je to přístroj, který podstatně usnadňuje opravy a nastavování některých obvodů. Umožňuje sledovat průběhy střídavých napětí, při sledování ve spojení s rozmitačem zobrazuje rezonanční křivky laděných obvodů, lze jej ve spojení s generátorem RC použít k měření kmitočtu apod. Další možností použití, kterou oceníme zvláště u tranzistorových přijímačů, je kontrola a nastavení nízkofrekvenčního zesilovače, zvláště dvojčinného koncového stupně. Osciloskopem paralelně připojeným k reproduktoru je možné opticky sledovat zkreslení výstupního napětí. Při opravách stereofonních přijímačů se osciloskop uplatní především při sledování průběhu zakódovaného signálu a při nastavování samotného dekodéru, kde se používá nejčastěji ve spojení s nízkofrekvenčním milivoltmetrem.

Vhodným a také cenově přístupným osciloskopem je průmyslově vyráběný typ BM370, výrobek n. p. Tesla Brno.

Je určen především pro opravářskou praxi. Obrazovka 7QR20 má kruhové stínítko o průměru 70 mm.

#### *Nízkofrekvenční milivoltmetr*

Nízkofrekvenční milivoltmetr je při opravách stereofonních dekodérů jedním ze základních přístrojů, který může nahradit jen osciloskop. Jako příslušenství potřebujeme filtr (dolní propust s propustným pásmem 50 Hz až 15 kHz), který výrazně potlačuje základní i harmonické kmitočty 19 a 38 kHz. Jde tedy o filtr popsany na str. 19.

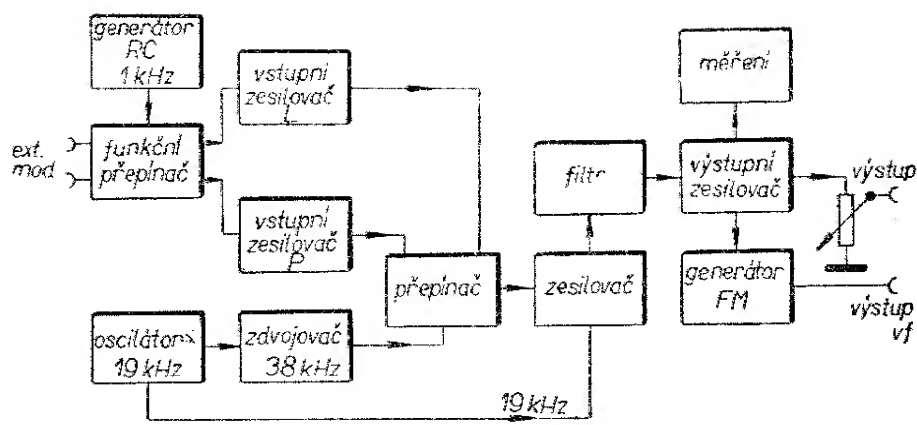
U nás se nejčastěji používá nízkofrekvenční milivoltmetr Tesla BM310. Je to třístupňový nízkofrekvenční zesilovač, na jehož výstupu se měří střídavé napětí mikroampérmetrem s usměrňovačem v Graetzově zapojení. Napájecí střídavá napětí jsou stabilizována magnetickým stabilizátorem. V zesilovači jsou zavedeny silné zpětné vazby, které zlepšují stabilitu zesílení a linearizují jeho kmitočtovou charakteristiku. Přístrojem je možné měřit střídavá napětí od 10 mV do 300 V pro plnou výchylku měřidla s přesností 3 %. Kmitočtový rozsah měřených napětí je 20 Hz až 30 kHz.

#### *Stereofonní kodéry*

K nastavování stereofonních dekodérů rozhlasových přijímačů potřebujeme zakódovaný stereofonní signál v takové podobě, jak jej předpisuje norma. K nastavení a kontrole však potřebujeme mít možnost vytvořit zakódovaný signál takových vlastností, které jsou pro nastavení nejvýhodnější (modulace harmonickým kmitočtem v jednom kanálu). Stereofonní vysílače vysílají sice tzv. stereofonní testy vhodné k nastavení dekodéru, ty jsou však časově omezeny a proto nejsou příliš vhodné pro servisní účely. Jediným vhodným zařízením zůstává generátor zakódovaného stereofonního signálu (stereofonní kodér).

Kromě možnosti vytvoření potřebných variant zakódovaného signálu musí podle praktických zkušeností stereofonní kodér obsahovat i vysokofrekven-

Obr. 37. Blokové schéma servisního kodéru, pracujícího na principu časového přepínání



ční generátor v pásmu VKV, který je kmitočtově modulován zakódovaným stereofonním signálem. Takové uspořádání umožňuje nastavovat a kontrolovat stereofonní přijímače kompletně i přes vysokofrekvenční obvody a tím vymežit jejich vliv na správnou činnost dekodéru.

Stereofonní kodér musí splňovat tyto požadavky:

1. Stabilita pilotního kmitočtu 19 kHz:  $\pm 2$  Hz.

2. Amplituda pilotního kmitočtu: 8 až 10 % amplitudy zakódovaného stereofonního signálu.

3. Potlačení pomocné nosné vlny 38 kHz: minimálně 40 dB, tj. 1 % maximální amplitudy zakódovaného signálu.

4. Kmitočet pomocné nosné vlny musí být pevně vázán na pilotní kmitočet (podle normy FCC).

5. Stereofonní kodér má umožňovat vytvoření minimálně těchto variant zakódovaného stereofonního signálu:

a) nízkofrekvenční signál jen v levém nebo pravém kanálu,

b) záměna obou kanálů,

c) odpínatelný pilotní signál,

d) externí modulace.

6. Vzájemný přeslech kanálů musí být lepší než 35 dB.

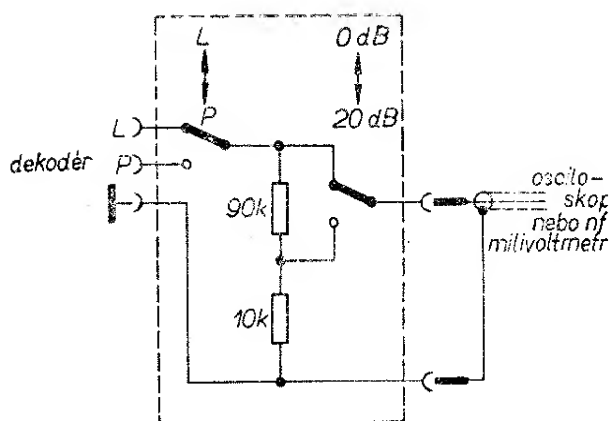
7. Modulace z vnitřního generátoru 1 kHz.

8. Vysokofrekvenční generátor kodéru, naladěný na jeden kmitočet uvnitř pásma VKV, musí být přeladitelný v rozsahu  $\pm 1$  MHz (aby se dalo vyloučit rušení rozhlasovými stanicemi při nastavování) a musí dodávat výstupní napětí kolem 10 mV, které lze podle možnosti zmenšit děličem až na 10  $\mu$ V.

Některé stereofonní kodéry umožňují i rozmítání kmitočtu oscilátoru VKV síťovým kmitočtem 50 Hz a tím i nastavení a kontrolu útlumové charakteristiky vysokofrekvenčních a mezifrekvenčních obvodů přijímače ve spojení s osciloskopem. Zdvih rozmítaného signálu bývá asi  $\pm 0,5$  MHz.

Stereofonní kodér pro servisní účely a nastavování stereofonních přijímačů pracuje na stejném principu jako kodéry používané k zakódování stereofonního signálu ve vysílačích. Blokové schéma servisního kodéru, který pracuje na principu časového přepínání, je na obr. 37.

Ústřední částí tohoto kodéru je elektronický přepínač, který přepíná v rytmu kmitočtu 38 kHz na výstupní zesilovač vždy střídavě signál z levého a pravého kanálu. Důležitou částí kodéru je krystalem řízený oscilátor pilotního kmitočtu 19 kHz; zdvojením pilotního kmitočtu ve zdvojovači se získává kmitočet 38 kHz, používaný k přepínání. Funkční přepínač umožňuje přivést signál z vlastního nízkofrekvenčního generátoru do levého nebo pravého kanálu, nebo připojit na vstupní svorky zesilovače externí modulaci z vnějšího zdroje. Za elektronickým přepínačem je zakódovaný signál dále zesilován a je k němu přidáván pilotní kmitočet 19 kHz. Do výstupního zesilovače, který je spolu s proměnným děličem výstupního napětí posledním článkem kodéru, se signál přivádí přes dolní propust, která odstraňuje vyšší harmonické kmitočty přepínacího kmitočtu. Přístroj dále obsahuje vysokofrekvenční oscilátor pracující na kmitočtu kolem 70 MHz (pro normu CCIR-K, 95 MHz pro



Obr. 38. Přepínač kanálů a útlumový člen 20 dB

normu CCIR-G), kmitočtově modulovaný zakódovaným stereofonním signálem. K nastavení kmitočtového zdvihu a ke kontrole úrovně nízkofrekvenčního stereofonního signálu bývá kodér vybaven špičkovým voltmetrem, jímž je možné kontrolovat dodržení úrovně pilotního signálu.

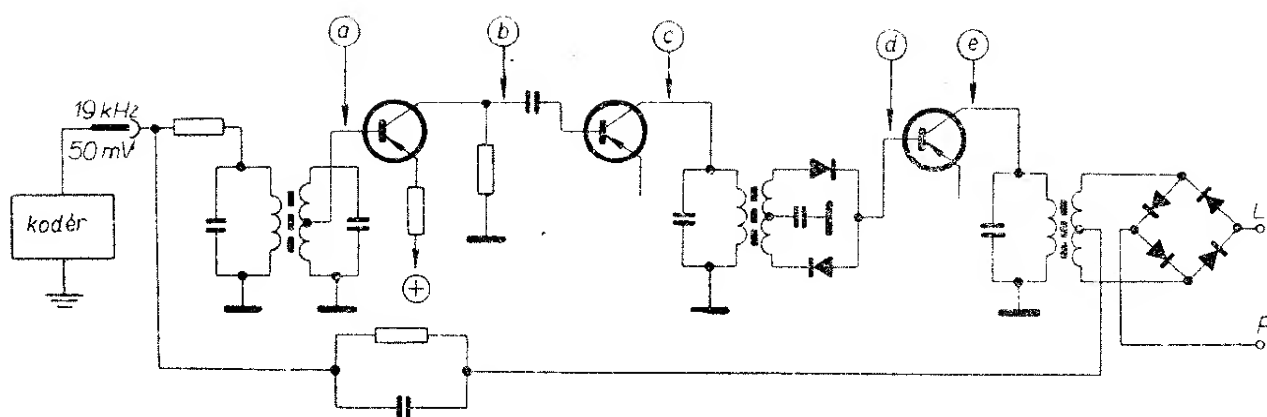
U nás se vyrábějí dva druhy servisních stereofonních kodérů. První z nich vyvinuli ve Výzkumném ústavu sdělovací techniky A. S. Popova v Praze, druhý v n. p. Tesla Bratislava. Oba jsou tranzistorové a jejich základní technické údaje jsou v tabulce 1.

### Přepínač kanálů a útlumový člen

Při nastavování dekodérů podle stereofonních testů vysílaných rozhlasovými stanicemi je velmi užitečný přípravek, jehož schéma je na obr. 38. Přípravek umožňuje rychlé přepínání indikátoru (osciloskopu, nízkofrekvenčního milivoltmetru) na výstup levého nebo pravého kanálu dekodéru a zařazování útlumového článku 20 dB. Přípravek připojíme k přijímači nejlépe přes výstupní konektor pro nahrávání na magnetofon. Je proto výhodné zapojit také vstupní svorky přípravku na magnetofonový konektor a pro spojení přípravku s přijímačem použít propojovací šňůru přijímač-

Tab. 1. – Technické údaje čs. stereofonních kodérů

	SC - A	MZ 690 U
Osazení	9 tranzistorů 7 diod	11 tranzistorů 9 diod
Druh	multiplexní jednokanálový	multiplexní dvoukanálový
Špičkové výstupní napětí	0 až 7 V	0 až 3 V
Přeslech (100 Hz až 15 kHz)	40 dB	40 dB
Potlačení 38 kHz	40 dB	40 dB
Potlačení harmonických kmitočtů	50 dB	50 dB
Interní modulace	1 kHz	1 kHz 4 kHz
Externí modulace	50 Hz až 15 kHz	50 Hz až 15 kHz
Vf oscilátor	70 MHz 10 mV/70 Ω	70 MHz 10 mV/70 Ω
Rozmítání 50 Hz	ano	ne
Měření	pilot výstup zdvih	pilot výstup zdvih
Výst. int. modulace	2,7 V	2,75 V
Výstup 19 kHz	2 V	2,7 V
Výrobce	VÚST Praha	Tesla Bratislava



Obr. 39. Kontrola činnosti obnovovače pomocné nosné vlny

-magnetofon, která může obsahovat i vestavěný filtr 19 a 38 kHz.

Před vysíláním stereofonního testu propojíme přípravek s přijímačem a připojíme k němu indikátor, např. osciloskop. Potom vyčkáme na tu část testu, při níž je jeden kanál modulován harmonickým signálem, druhý je bez modulace. Při zařazeném útlumovém členu přepneme osciloskop na modulovaný kanál a nastavíme na obrazovce určitou velikost obrázku. Přepneme osciloskop na nemodulovaný kanál a při vyřazeném útlumovém článku nastavíme minimální velikost amplitudy příslušnými nastavovacími prvky dekodéru pro přeslech kanálů. Při nezměněné citlivosti odpovídá přeslechu 26 dB poloviční amplituda oscilogramu. Je-li amplituda menší než poloviční, je přeslech kanálů lepší než 26 dB.

Tato metoda umožňuje podstatně zkrátit kontrolu a nastavení přeslechu tak, abychom při opravářských pracích vystačili s časově velmi omezeným trváním stereofonního testu.

### Kontrola obvodů dekodéru

Část kontrolních prací při opravách dekodérů můžeme dělat i bez speciálních přístrojů běžnými opravářskými metodami. Je to především kontrola proudové spotřeby a stejnosměrných napětí v jednotlivých bodech dekodéru a jejich porovnání s údaji uvedenými v servisních podkladech nebo schématu zapojení. Nemáme-li potřebné údaje, vycházíme ze známých skutečností, že proud emitoru

se obvykle pohybuje mezi 0,6 až 3 mA a je prakticky rovný proudu kolektoru. Předpětí báze má být u typů p-n-p o několik desetin voltu zápornější, u typů n-p-n kladnější než emitor. Mezi emitorem a kolektorem bývá v běžných případech napětí několika voltů. Odchylka naměřených hodnot od předepsaných signalizuje změnu nebo přerušení některého odporu v obvodu napájení, zkrat nebo svod kondenzátoru nebo vadný tranzistor. Vadný tranzistor se nejčastěji projevuje zvětšením pracovního proudu a velmi malým rozdílem napětí mezi emitorem a kolektorem (stejný stav však může způsobit i chybný dělič v bázi nebo zkratovaný emitorový odpor).

Podezřelé tranzistory přezkoušíme po odpájení na měřiči tranzistorů, diody přezkontrolujeme ohmmetrem. U ostatních součástek (odporů a kondenzátorů) je rychlejší než přezkoušení jejich výměna. Cívky přezkoušíme předběžně opět ohmmetrem (např. přístrojem DU10).

Často se podaří těmito jednoduchými metodami odhalit závadu a dekodér opravit. Po skončení opravy je třeba vždy přezkontrolovat velikost přeslechů.

Obnovovač pomocné nosné vlny kontrolujeme pomocí zdroje signálu 19 kHz a vhodného indikátoru. Zdrojem signálu může být servisní kodér, nízkofrekvenční generátor nebo stereofonní rozhlasové vysílání. Indikátorem může být osciloskop nebo nízkofrekvenční milivoltmetr.

Nízkofrekvenční signál 19 kHz přivedeme na vstup dekodéru; napěťová úroveň signálu z generátoru má být stejně velká jako úroveň pilotního kmi-

točtu, přiváděného na vstup dekodéru z poměrového detektoru při příjmu stereofonního vysílání. Používáme-li jako zdroj stereofonního vysílání, je tato podmínka automaticky splněna. Jinak je třeba zjistit správnou velikost změřením střídavého napětí na výstupu poměrového detektoru při příjmu vysílače. Potřebná velikost napětí pilotního kmitočtu 19 kHz je rovna desetině naměřeného napětí. Řádově se velikost tohoto napětí pohybuje v desetinách voltu.

Po připojení signálu 19 kHz na vstup dekodéru kontrolujeme milivoltmetrem velikost střídavého napětí na bázích a kolektorech tranzistorů obnovovače (body *a* až *e* na obr. 39). Amplituda střídavého napětí má být na kolektoru tranzistoru přibližně dvacetkrát větší než na jeho bázi, za zdvojovačem se napětí zmenší asi na polovinu. Naměřené hodnoty jsou případ od případu různé a jsou ovlivňovány jednak způsobem zapojení tranzistoru, jednak počty závitů jednotlivých vinutí cívek laděných obvodů.

Činnost zdvojovače kontrolujeme osciloskopem. Osciloskop připojíme do bodu *c* a pak do bodu *d*; počet zobrazených sinusovek musí být v bodě *d* dvojnásobný. Není-li tomu tak, je příčinou zkrat nebo přerušování jedné z diod zdvojovače.

Cívky obvodů 19 a 38 kHz se nesnažíme nikdy doladovat bez vážného důvodu, protože po každém zásahu je nutné je naladit podle přesného pilotního kmitočtu a nakonec dostavit fázi na minimální přeslech. Samovolné rozladění těchto obvodů je velmi nepravděpodobné.

Signálem 19 kHz překontrolujeme u automatických dekodérů i činnost přepínací automatiky mono-stereo. Okamžik přepnutí indikuje žárovka stereofonního indikátoru nebo milivoltmetr připojený na kolektor posledního tranzistoru obnovovače pomocné nosné vlny. Definitivně nastavíme přepínací automatiku vždy podle servisní dokumentace předepsanými přístroji.

Po překontrolování činnosti obnovovače pomocné nosné vlny překontrolujeme přeslech servisním stereofonním kodérem nebo při vysílání stereofonního testu způsobem, který jsme již popsali.

## Hledání a odstraňování závad

Přichází-li technik do styku s velkým počtem různých výrobků, nebo se dostává k opravám jen příležitostně, je vždy nejjistější seznámit se napřed důkladně s funkcí jednotlivých obvodů zařízení a hledat závadu systematickou kontrolou jednotlivých obvodů. Výčet typických závad je proto v podstatě jen shrnutím poznatků, které měl čtenář získat prostudováním předcházejících kapitol:

### 1. Zvětšený šum při monofonním příjmu po vestavění stereofonního dekodéru do přijímače.

Zvětšený šum (někdy i zkreslení) vzniká tehdy, není-li při monofonním příjmu dekodér vyřazen z přenosové cesty. U jednoduchých dekodérů to znamená, že není přepnuto tlačítko mono-stereo do funkční polohy mono, u automatických dekodérů je příčina v nesprávném nastavení nebo závadě v přepínací automatice.

### 2. Zvětšený šum při stereofonním příjmu.

Při příjmu stereofonního vysílání se hladina šumu zvyšuje ve srovnání s monofonním příjmem o více než 20 dB; to vyplývá z podstaty stereofonního přenosu. Zvětšený šum může být proto způsoben nedostatečným vysokofrekvenčním napětím z antény. Dalšími důvody zvětšeného šumu může být:

a) závada v obnovovači pomocné nosné vlny;

b) nesprávné nastavení obvodů 19 a 38 kHz – velká fázová odchylka; překontrolovat nastavení přeslechů a je-li to nutné, předladit obvody;

c) závada v obvodech dekodéru, jimiž prochází celý zakódovaný signál – překontrolovat průběh zakódovaného stereofonního signálu na elektronickém přepínači nebo kruhovém demodulátoru osciloskopem;

d) nesprávné nastavení prahové automatiky přepínání mono-stereo; dekodér přepíná při příliš malém vstupním napětí na stereofonní provoz.



### 3. Nedostatečný přeslech mezi kanály.

V tomto případě překontrolujeme také naladění a šířku mezifrekvenčního zesilovače a křivku S poměrového detektoru, popřípadě zkontrolujeme vysokofrekvenční stereofonní cestu. Pak nastavíme přeslech nastavovacími prvky a dostavíme fázi pomocné nosné vlny. V případě potřeby zkontrolujeme naladění obvodů 19 a 38 kHz obnovovače pomocné nosné vlny.

Nedostatečný přeslech může být způsoben zvláště těmito příčinami:

a) nevhodný mezifrekvenční zesilovač přijímače – malá šířka přenášeného pásma a velká změna skupinového zpoždění. Je třeba naladit, popřípadě vyměnit mezifrekvenční transformátory za vyhovující;

b) malá vzdálenost vrcholů křivky S poměrového detektoru, nelinearita jejího průběhu a úbytek vyšších kmitočtů na výstupu detektoru;

c) rozladění nebo jiná porucha mezifrekvenčního zesilovače nebo poměrového detektoru;

d) neodborným zásahem způsobené rozladění obvodů stereofonního dekodéru;

e) nesprávné nastavení prvků dekodéru, určených k nastavení minimálního přeslechu (nastavovací odpory) – dostavit podle servisního předpisu;

f) velká nesymetrie elektronického přepínače nebo demodulátoru dekodéru (zhoršení vlastností diod, změna kapacity kondenzátoru);

g) u maticových dekodérů nesprávný poměr součtové a rozdílové složky na výstupním maticovém obvodu, způsobené závadami v přenosových cestách hlavního a vedlejšího kanálu (vadný kondenzátor nebo tranzistor apod.).

### 4. Přeslech kanálů blízký 0 dB – nedochází k oddělení kanálů.

Příčiny tohoto jevu spoívají v hrubém porušení funkcí dekodéru a mohou být způsobeny především těmito závadami:

a) automatický dekodér je vlivem poruchy nebo nesprávně nastavené přepínací automatiky trvale přepnut na monofonní provoz;

b) porucha v obvodu obnovovače pomocné nosné vlny; zkontrolovat, popřípadě naladit obvody 19 a 38 kHz;

c) vadný elektronický přepínač nebo demodulátor dekodéru – zkrat nebo přerušení některé diody, odporu nebo kondenzátoru v jeho obvodu;

d) z výstupu poměrového detektoru přijímače, do něhož jsme dekodér vestavěli, jsme zapomněli odpojit člen deemfaze.

## Přestavba starších přijímačů na stereofonní příjem

### Všeobecné zásady

Z hlediska úpravy pro příjem rozhlasového vysílání lze rozdělit přijímače do tří skupin:

1. Stereofonní přijímače připravené pro dodatečné vestavění dekodéru.

2. Rozhlasové přijímače s možností reprodukce ze stereofonních gramofonových desek nebo magnetofonů.

3. Ostatní přijímače s rozsahem VKV.

1. skupina. – Tyto přijímače se pro rozhlasovou stereofonii upravují nejsnadněji – kromě vestavění dekodéru a nastavení přeslechů mezi kanály nevyžadují žádné úpravy. Jsou to v podstatě stereofonní přijímače, které přišly na trh ještě před zavedením stereofonního rozhlasového vysílání. Z cenových důvodů nebyl do nich vestavěn stereofonní dekodér, počítalo se však s jeho jednoduchým vestavěním po zahájení vysílání.

U nás patří k tomuto druhu přijímačů gramoradio Capriccio a hudební skříň Capella, vyráběné v roce 1967 v Tesle Bratislava.

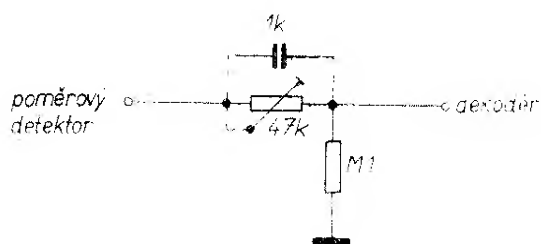
Přijímače pro stereofonní provoz mají často vícepólovou zásuvku, do níž je možné dekodér připojit; zbývá jen dostavit přeslechy kanálů přes celý přijímač. Naše přijímače měly být původně vybaveny podobnou zásuvkou pro stereofonní dekodér TSD3A, nakonec se však prodávaly většinou jen s příchytým úhelníkem, na který se dekodér velmi jednoduchým způsobem připevní a propojí se drátovými spoji.



2. skupina. – Tato skupina zahrnuje přijímače starší konstrukce, které umožňují jen nízkofrekvenční stereofonii a vyžadují před vestavěním stereofonního dekodéru úpravy v mezifrekvenčním zesilovači a v obvodu poměrového detektoru tak, aby vyhovoval požadavkům, o nichž jsme již hovořili. Jejich adaptace je již náročná a proto ji doporučujeme jen zkušeným radioamatérům, kteří jsou vybaveni potřebnými přístroji. Pouhým vestavěním stereofonního dekodéru nelze v žádném případě dosáhnout uspokojivého stereofonního jevu. Mezi přijímače této skupiny patří Echo-Stereo a Koncert-Stereo tuzemské výroby, ze zahraničních je to Rossini-Stereo z NDR.

3. skupina. – Poslední skupina zahrnuje všechny rozhlasové přijímače s rozsahem VKV, které nemají ani dvoukanálový nízkofrekvenční zesilovač, tj. nejsou přizpůsobeny ani pro nízkofrekvenční stereofonii. Úpravu mezifrekvenčního zesilovače a poměrového detektoru je třeba udělat ve stejném rozsahu jako u předcházející skupiny, přistupuje však potřeba zdvojení nízkofrekvenčního zesilovače. Druhý kanál zesilovače musí být elektricky úplně shodný s kanálem přijímače. Proto jej musíme stavět podle schématu přijímače a doplnit stereováhou. Jinou možností je nepoužít nízkofrekvenční zesilovač přijímače a výstup dekodéru propojit se samostatným dvoukanálovým zesilovačem.

Úpravy této skupiny přijímačů jsou v každém případě nákladné a po jejich zdoluhavé realizaci můžeme zjistit, že jsme ve většině případů použili z přijímače jen velmi malou část. Jediným typem přijímače, u něhož lze úpravu udělat bez těchto následků, je přijímač Teslatón 536A. Tento přijímač je staveb-



Obr. 40. Kompenzační člen poklesu vyšších kmitočtů v mf zesilovači

nicové konstrukce – je složen ze samostatných dílů – vstupní díl, mezifrekvenční díl, nízkofrekvenční díl, tlačítková souprava a napájecí část. Šasi přijímače má rámovou konstrukci a je shodné s přijímačem Capricio. K úpravě na nízkofrekvenční stereofonii stačí vestavět na připravené místo ještě jednu plošnou desku nízkofrekvenčního zesilovače, zdvojit regulátor hlasitosti, tónové korekce a vestavět stereováhu.

Při instalaci stereofonního dekodéru do jakéhokoli přijímače je třeba dodržet tyto zásady:

1. Mezifrekvenční zesilovač musí splňovat podmínky, které jsme si již popsali, hlavně šířku předepsaného pásma. Totéž platí i pro poměrový detektor.

2. Vstup dekodéru připojujeme k poměrovému detektoru vždy ještě před členem deemfáze.

3. Je třeba překontrolovat, leží-li střídavé napětí dodávané poměrovým detektorem v rozsahu dovolených vstupních napětí pro dekodér. V opačném případě dochází k přidavnému zkreslení signálu, popřípadě je činnost obvodů automatického přepínání mono-stereo nevyhovující.

4. Dekodér nesmí nadměrně zatěžovat výstup poměrového detektoru přijímače, tj. jeho vstupní odpor musí být vždy o jeden řád větší než výstupní odpor poměrového detektoru. Pro poměrový detektor s germaniovými diodami má být vstupní odpor dekodéru několik desítek kiloohmů, pro detektor s vakuovými diodami více než sto kiloohmů.

5. Podobně je třeba zaručit, aby ani výstup dekodéru nebyl příliš zatěžován připojeným nízkofrekvenčním zesilovačem. Za dostatečný lze považovat vstupní odpor zesilovače větší než 100 kΩ. Nelze-li tuto podmínku dodržet, je třeba mezi detektor a zesilovač zařadit emitrové sledovače.

6. Neobsahuje-li dekodér nastavitelný člen RC nebo LC pro kompenzaci poklesu vyšších kmitočtů v mezifrekvenčním zesilovači, je výhodné připojit dekodér přes kompenzační člen RC na výstup poměrového detektoru (obr. 40).

7. Není-li v přijímači s místem pro dekodér předem počítáno, je třeba volit

jeho polohu tak, aby byl co nejvíce vzdálen od síťového transformátoru a všech součástek, které se zahřívají.

Z teplotního hlediska je proto třeba při adaptaci starších přijímačů dát přednost elektronkovému stereofonnímu dekodéru před tranzistorovým, který je citlivější na teplotní změny. Výhodou tranzistorového dekodéru je jeho velmi malá spotřeba a rozměry, což může být v mnoha případech rozhodující. Cenově je elektronkový dekodér u nás stále ještě dostupnější než tranzistorový; přesto se však v sériově vyráběných přijímačích prosadily tranzistorové dekodéry bez ohledu na druh přijímače.

### Úprava čs. přijímačů Teslatón, Echo-Stereo a Koncert-Stereo

Při úpravě mezifrekvenčního zesilovače československých monofonních přijímačů Teslatón, Echo-Stereo a Koncert-Stereo, u nichž je zapojení mezifrekvenčního zesilovače a poměrového detektoru téměř shodné, doporučujeme zachovat tento postup (označení podle schématu přijímače Teslatón):

a) odpor  $R_{102}$  (M22) v členu  $RC$  omezovače nahradit odporem 39 k $\Omega$ ;

b) kondenzátor  $C_{118}$  (330 pF) v místě výstupu nízkofrekvenčního signálu z poměrového detektoru nahradit kondenzátorem 220 pF;

c) z primárního i sekundárního vinutí druhého mezifrekvenčního transformátoru

(mezi elektronkami ECH81 a EBF89) odvinout čtyři závity;

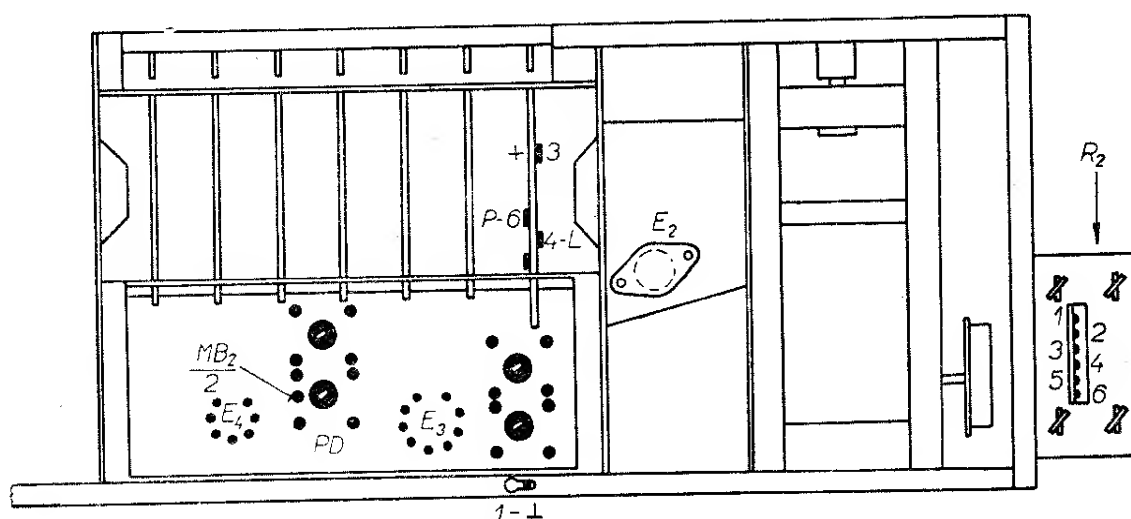
d) z primárního vinutí poměrového detektoru odvinout pět závitů;

e) sladit podle sladovacího předpisu celý zesilovač včetně poměrového detektoru; zkontrolovat útlumovou charakteristiku rozmítačem.

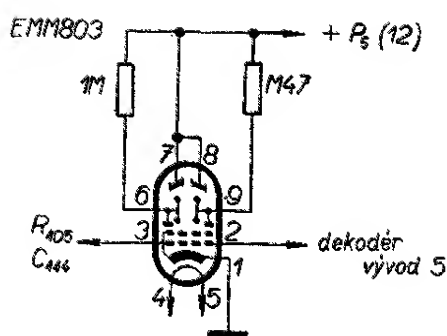
Těmito úpravami lze nejjednodušeji přizpůsobit mezifrekvenční část pro příjem stereofonního signálu. Zmenšením počtu závitů se dosáhne těsnější vazby mezi laděnými obvody, čímž se dosáhne i větší šířky pásma. Tato úprava jde sice na úkor zvětšení skupinového zpoždění ( $kQ \geq 1$ ), ale v praktických případech se to rušivě neprojevovalo. Zjistíme-li, že před úpravou bylo jádro druhého mezifrekvenčního transformátoru téměř ve středu vinutí a po odvinutí by nebylo možné obvod doladit, ponecháme původní počet závitů a transformátor naladíme na vnitřní maximum.

Při nastavování nadkriticky vázaných obvodů je třeba nenastavovaný obvod zatlumit odporem asi 10 k $\Omega$ .

Šířka pásma upraveného zesilovače je asi 180 až 200 kHz při téměř původní citlivosti zesilovače. Přijímáme-li místní stereofonní vysílač, takže intenzita signálu je velmi dobrá, lze zatlumením primárního i sekundárního obvodu druhého mezifrekvenčního transformátoru i poměrového detektoru odpory 56 k $\Omega$  dosáhnout šířky pásma asi 280 kHz – zmenší se však citlivost přijímače.



Obr. 41. Zapojení stereofonního dekodéru TSD3A do přijímače Capricio nebo Capella



Obr. 42. Zapojení dvojitého optického indikátoru EMM803

Jiné úpravy zesilovače, které zabezpečují původní citlivost přijímače při velké šířce přenášeného pásma, spočívají v změně elektronky EBF89 za strmou pentodu EF183 nebo v přidání dalšího mezifrekvenčního zesilovacího stupně. Tyto úpravy jsou však velmi složité a proto je lze doporučit jen vyspělým amatérům.

### Připojení dekodéru TSD3A k přijímačům Capricio a Capella

Gramoradia Tesla 1020A Capricio a 1118A Capella jsou přijímače pro reprodukci stereofonních gramofonových desek nebo stereofonních magnetofonových záznamů. Jsou však připravena k doplnění stereofonním dekodérem, který umožňuje příjem stereofonního vysílání v pásmu VKV. Šířka pásma přenášeného mezifrekvenčním zesilovačem a poměrovým detektorem je větší než 180 kHz, vzdálenost vrcholů křivky S je asi 300 kHz. Členy deemfáze poměrového detektoru  $R_{115}$ ,  $C_{35}$  jsou odepínatelné tlačítkem „stereo“ a přepínací lišta rozsahu VKV je opatřena kontakty pro připojení nízkofrekvenčních výstupů detektoru. Protože stereofonní dekodér Tesla TSD3A je k dostání na našem trhu, uvádíme způsob montáže do obou typů přijímačů.

Před jakýmkoli zásahy do obvodů přijímače se doporučuje přezkontrolovat přeslech obou nízkofrekvenčních zesilovačů a naladit mezifrekvenční a vysokofrekvenční část podle zkušebního předpisu.

### Montáž

Po vyjmutí šasi přijímače ze skříně zasuneme stereofonní dekodér do úhelníku přinýtovaného na boku šasi (vedle dílu VKV) a upevníme jej zahnutím patek krytu dekodéru. Dekodér je orientován tak, aby otvor v krytu pro měřicí bod MB byl obrácen směrem ke kostře. Nyní propojíme jednotlivé vývody dekodéru podle obr. 41: vývod 1 na šasi, 2 na měrný bod MB2 poměrového detektoru (společný bod kondenzátoru  $C_{118}$  na desce a odporu  $R_{109}$  v krytu detektoru), 3, 4, 6 na přepínací lištu rozsahu VKV a vývod 5 na stereofonní indikátor. K indikaci je nejlépe použít dvojitý optický indikátor EMM803, jehož zapojení je na obr. 42.

Kromě zemnicího a napájecího spoje (1 a 3) musí být ostatní propojení ze stíněných vodičů.

### Nastavení

Laděné obvody dekodéru  $L_1$  až  $L_4$  jsou nastaveny výrobcem. Pokud byl dekodér opravován, nastaví se obvody ještě před jeho vestavěním. V přijímači v každém případě nastavíme přeslech kanálů vysokofrekvenčním stereofonním signálem.

Přijímač je přesně naladěný na nosný kmitočet stereofonního kodéru, připojeného na anténní vstup VKV přes symetrizační článek. Na výstup nízkofrekvenčního zesilovače, tj. paralelně k reproduktoru, je připojen nízkofrekvenční milivoltmetr s dolní propustí 0 až 15 kHz s rozsahem 3 V. Stereováhu nastavíme přesně na elektrický střed, tlačítko „stereo“ je stlačené, přijímač je přepnut na rozsah VKV.

Při úrovni vstupního vysokofrekvenčního signálu  $500 \mu V$ , kmitočtově modulovaného stereofonním signálem (zdvih 25 kHz, modulace 1 kHz v jednom kanálu, druhý kanál bez modulace), nastavíme regulátorem hlasitosti výstupní nízkofrekvenční napětí v modulovaném kanálu na 2 V (odpovídá výstupnímu výkonu 1 W). Milivoltmetr přepneme na druhý (nemodulovaný) kanál a změříme zbytkové napětí  $U_z$ . Poměr těchto napětí vyjádřený v dB udává přeslech jed-

noho kanálu proti druhému. Měření opakujeme i pro druhý kanál, tj. přepneme modulaci kanálů na stereofonní kodéru. Optimální přeslech se nastaví trimrem  $R_2$  (umístěným v dekodéru), tj. nastaví se minimální velikost  $U_z$ .

V praxi se často stává, že nastavení minima  $U_z$  odporem  $R_2$  není pro oba kanály stejné. V tom případě musíme zvolit určitý kompromis.

## Stavební návody

### Tranzistorový stereofonní dekodér

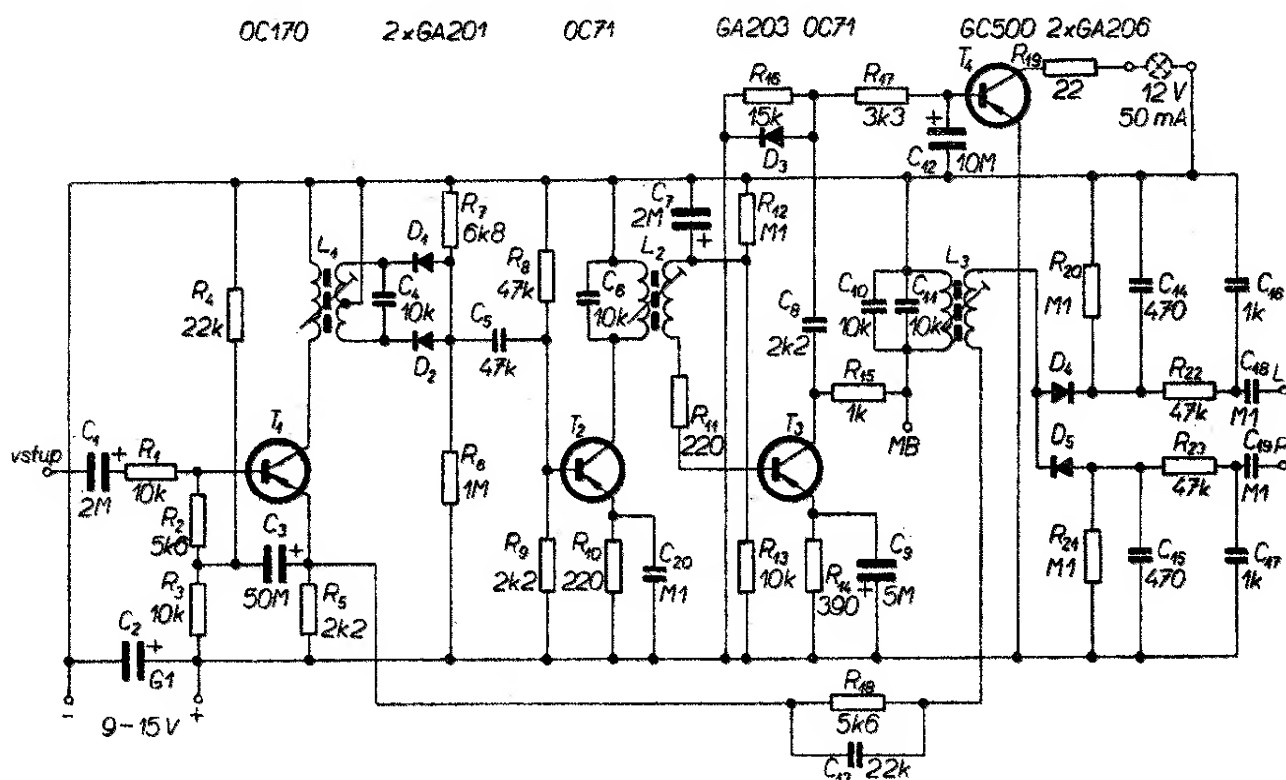
Na obr. 43 je schéma jednoduchého tranzistorového dekodéru, který pracuje na principu polární demodulace; pomocná nosná vlna se získává zdvojením pilotního kmitočtu diodovým zdvojovačem. Dekodér může být trvale zapojen mezi poměrový detektor a nízkofrekvenční zesilovač přijímače a nevyžaduje přepínání mono-stereo. Protože nemá prahovou automatiku, doporučuje se přijímat slabší stereofonní vysíláče mono-

fonně tak, že zkratujeme primární vinutí laděného obvodu  $L_3$  přepínačem. Šumové poměry příjmu se tím značně zlepší. Zeslabení monofonního signálu dekodérem je asi 5 dB. K indikaci stereofonního příjmu slouží spínací tranzistor s indikační žárovkou, která se při příjmu stereofonně vysílaných programů rozsvítí.

Dekodér je vhodný pro adaptaci monofonních elektronkových i tranzistorových přijímačů VKV na stereofonní příjem. Má velký vstupní odpor a spolehlivě pracuje při napájecích napětích od 6 do 15 V. Pro tento široký rozsah se mění jen povolená velikost maximálního efektivního budicího napětí dekodéru, která je pro napájení 9 V asi 1,5 V a pro 15 V asi 4 V.

#### Popis zapojení

Vstupní tranzistor  $T_1$  (OC170) pracuje jako emitorový sledovač. Toto zapojení spolu se zavedenou zápornou zpětnou vazbou z emitoru do báze tranzistoru zajišťuje velký vstupní odpor dekodéru, který pak nezatěžuje poměrový detektor přijímače. Zakódovaný stereofonní signál



Obr. 43. Schéma zapojení amatérského stereofonního dekodéru s polárním demodulátorem ( $R_3$  je 1k2, nikoli 2k2)

se odebírá z emitorového odporu  $R_5$  a vede se přes člen  $R_{18}$ ,  $C_{13}$  na polární demodulátor k dalšímu zpracování. Pilotní signál se ze zakódovaného signálu odděluje v kolektorovém obvodu tranzistoru  $T_1$ . Na sekundární obvod  $L_1$ ,  $C_4$  je připojen diodový zdvojovač pilotního kmitočtu s diodami  $D_1$ ,  $D_2$ . Zdvojením kmitočtu se získává kmitočet pomocné nosné vlny.

Pracovní bod tranzistoru  $T_1$  je volen tak, aby při napájecím napětí 15 V zpracovával tranzistor bez zkreslení vstupní signály až do 4 V efektivního napětí. Při takto zvoleném pracovním bodu je pilotní kmitočet přenášen stupněm téměř v nezměněné velikosti (zesílení je přibližně jedna). Vysokofrekvenční tranzistor je na tomto místě použit proto, aby nevznikaly fázové posuvy jednotlivých složek zakódovaného stereofonního signálu.

Pomocná nosná vlna 38 kHz, získaná v diodovém zdvojovači, je dále zesilována stupni s tranzistory  $T_2$  a  $T_3$ . Při vstupním napětí pilotního kmitočtu nad 100 mV je na kolektoru tranzistoru  $T_3$  napětí pomocné nosné vlny 3 V. Při větším vstupním napětí je tranzistor  $T_3$  přebuzen, nemá to však vliv na fázi a amplitudu výstupního napětí 38 kHz. Omezení napětí pomocné nosné vlny na tuto hodnotu se dosahuje předřadným odporem  $R_{15}$  v kolektorovém obvodu tranzistoru  $T_3$ . Provozní jakost laděného obvodu  $L_3$ ,  $C_{10}$ ,  $C_{11}$  je poměrně malá a při paralelní kapacitě 20 nF je rezonanční odpor obvodu asi 5 k $\Omega$ . Proto nemůže při přebuzení tranzistoru  $T_3$ , kdy se jeho odpor značně zmenší, docházet k většímu zkreslení nebo ke změně fáze pomocné nosné vlny. Další výhodou malého rezonančního odporu je možnost sériového zapojení zdroje zakódovaného stereofonního signálu a zdroje pomocné nosné vlny v polárním detektoru. Protože následující diodový obvod má relativně velkou impedanci, dostává se zakódovaný stereofonní signál téměř bez fázového posuvu přes vazební vinutí  $L_3$  na diody  $D_4$ ,  $D_5$ , které jsou tak buzeny ze zdroje s malým vnitřním odporem. Tím se zabrání vzniku nežádoucích produktů křížové modulace mezi jednotlivými složkami zakódovaného signálu a pomocné nosné vlny.

Korekční člen  $R_{18}$ ,  $C_{13}$  v přívodu zakódovaného stereofonního signálu kompenzuje také zeslabení vyšších kmitočtů v mezifrekvenčním zesilovači a poměrovém detektoru přijímače. Nahrazením odporu  $R_{18}$  potenciometrem 10 k $\Omega$  je možné v některých případech dosáhnout určitého zlepšení přeslechu mezi kanály.

Aby diody  $D_4$ ,  $D_5$  propouštěly bez zkreslení monofonní signál, jsou udržovány ve vodivém stavu předpětím, získaným připojením pracovních odporů  $R_{20}$ ,  $R_{21}$  na napájecí pól zdroje. Diody proto propouštějí monofonní signál bez zkreslení na vstup nízkofrekvenčního zesilovače. Při stereofonním příjmu se toto předpětí vlivem velkého odporu  $R_{20}$ ,  $R_{21}$  a malého vnitřního odporu zdroje 38 kHz neuplatní.

Napětí pro stereofonní indikaci se získává usměrněním napětí pomocné nosné vlny diodou  $D_3$ . Toto napětí otevře při určité velikosti spínací tranzistor  $T_4$ . V jeho kolektorovém obvodu je indikační žárovka, která se rozsvítí.

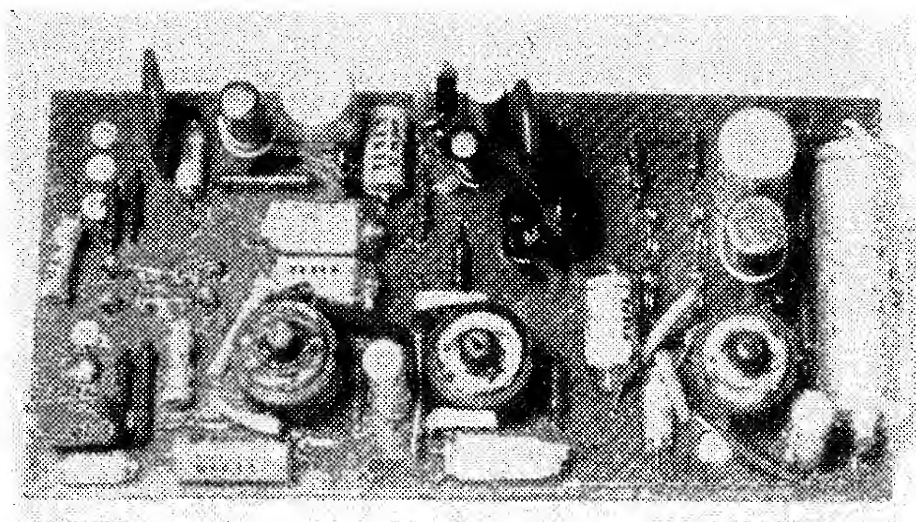
#### Mechanická konstrukce

Dekodér je postaven technikou plošných spojů. Základní deska o rozměrech 114  $\times$  56 mm osazená součástkami je na obr. 44, obrazec plošných spojů a rozložení součástek na desce na obr. 45.

Cívky laděných obvodů  $L_1$  až  $L_5$  jsou vinuty na fero-kartových hrníčkových jádrech o vnějším průměru 14 mm typu D14 (ČSN 35 8462), které jsou běžné na trhu. Abychom dosáhli požadované indukčnosti cívek, nahradíme původní fero-kartová jádra feritovými jádry M4  $\times$  12, nejlépe z hmoty H11. Jednotlivá hrníčková jádra po navinutí a složení zalijeme voskem a vlepíme do desky dekodéru. Cívky jednotlivých obvodů lze navinout i na jiná jádra, např.

feritová o průměru 14 mm. Při použití jiných typů jader je třeba dodržet indukčnosti jednotlivých cívek a poměry závitů jednotlivých vinutí.



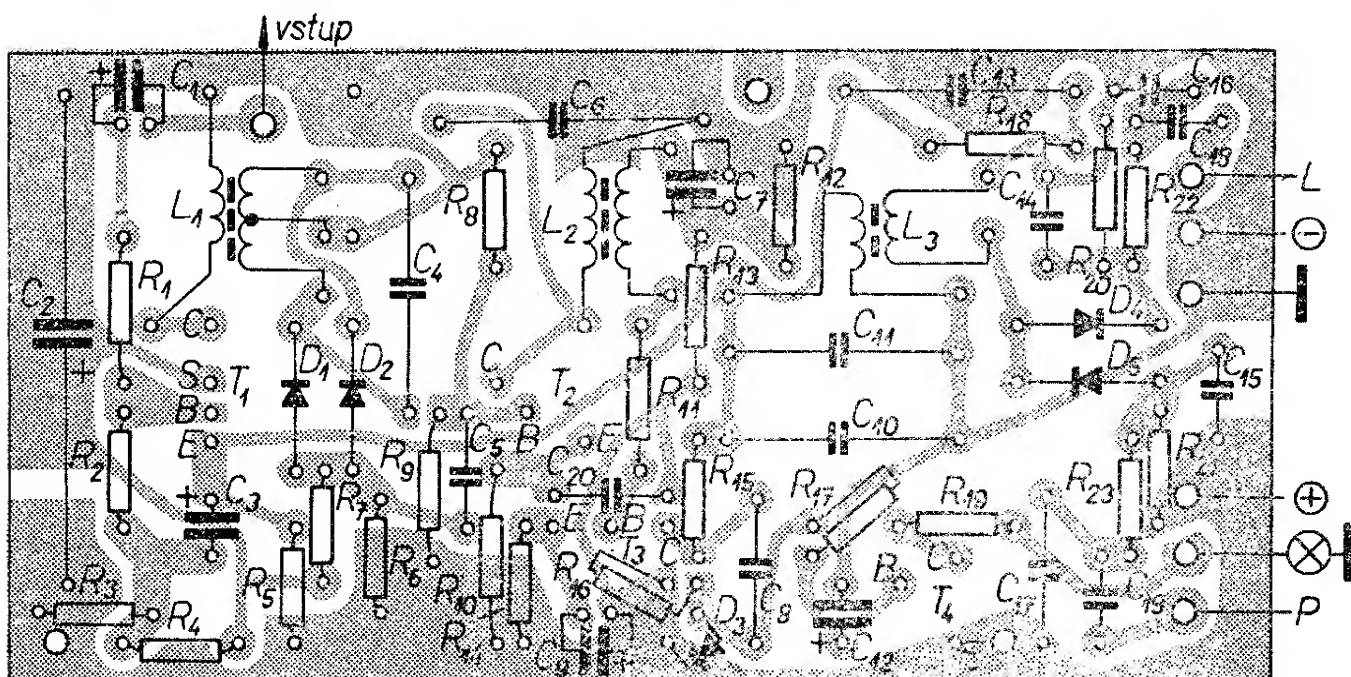


Obr. 44. Provedení dekodéru z obr. 43

*Rozpiska elektrických součástek*

$R_1$  - vrstvý odpor 10 k $\Omega$ /0,1 W - TR 112 10k  
 $R_2$  - vrstvý odpor 5,6 k $\Omega$ /0,1 W - TR 112 5k6  
 $R_3$  - vrstvý odpor 10 k $\Omega$ /0,1 W - TR 112 10k  
 $R_4$  - vrstvý odpor 22 k $\Omega$ /0,1 W - TR 112 22k  
 $R_5$  - vrstvý odpor 1,2 k $\Omega$ /0,1 W - TR 112 1k2  
 $R_6$  - vrstvý odpor 1 M $\Omega$ /0,1 W - TR 112 1M  
 $R_7$  - vrstvý odpor 6,8 k $\Omega$ /0,1 W - TR 112 6k8  
 $R_8$  - vrstvý odpor 47 k $\Omega$ /0,1 W - TR 112 47k  
 $R_9$  - vrstvý odpor 2,2 k $\Omega$ /0,1 W - TR 112 2k2  
 $R_{10}$  - vrstvý odpor 220  $\Omega$ /0,1 W - TR 112 220  
 $R_{11}$  - vrstvý odpor 220  $\Omega$ /0,1 W - TR 112 220  
 $R_{12}$  - vrstvý odpor 100 k $\Omega$ /0,1 W - TR 112 M1  
 $R_{13}$  - vrstvý odpor 10 k $\Omega$ /0,1 W - TR 112 10k  
 $R_{14}$  - vrstvý odpor 390  $\Omega$ /0,1 W - TR 112 390  
 $R_{15}$  - vrstvý odpor 1 k $\Omega$ /0,1 W - TR 112 1k  
 $R_{16}$  - vrstvý odpor 15 k $\Omega$ /0,1 W - TR 112 15k

$R_{17}$  - vrstvý odpor 3,3 k $\Omega$ /0,1 W - TR 112 3k3  
 $R_{18}$  - vrstvý odpor 5,6 k $\Omega$ /0,1 W - TR 112 5k6  
 $R_{19}$  - vrstvý odpor 22  $\Omega$ /0,1 W - TR 112 22  
 $R_{20}$  - vrstvý odpor 100 k $\Omega$ /0,1 W - TR 112 M1  
 $R_{21}$  - vrstvý odpor 100 k $\Omega$ /0,1 W - TR 112 M1  
 $R_{22}$  - vrstvý odpor 47 k $\Omega$ /0,1 W - TR 112 47k  
 $R_{23}$  - vrstvý odpor 47 k $\Omega$ /0,1 W - TR 112 47k  
 $C_1$  - elektrolytický kondenzátor 2  $\mu$ F/15 V - TC 943 2M  
 $C_2$  - elektrolytický kondenzátor 100  $\mu$ F/6V - TC 902 100M  
 $C_3$  - elektrolytický kondenzátor 50  $\mu$ F/10 V - TC 942 50M  
 $C_4$  - polystyrénový kondenzátor 10 nF/100 V - TC 281 10k  
 $C_5$  - MP kondenzátor 47 nF/160 V - TC 181 47k  
 $C_6$  - polystyrénový kondenzátor 10 nF/100 V - TC 281 10k



Obr. 45. Obrazec plošných spojů a rozložení součástek dekodéru z obr. 43 (pohled ze strany součástek)



$C_7$  – elektrolytický kondenzátor  $2\mu\text{F}/15\text{ V}$  – TC 943 2M  
 $C_8$  – MP kondenzátor  $2,2\text{ nF}/400\text{ V}$  – TC 183 2k2  
 $C_9$  – elektrolytický kondenzátor  $5\mu\text{F}/10\text{ V}$  – TC 942 5M  
 $C_{10}$  – polystyrénový kondenzátor  $10\text{ nF}/100\text{ V}$  – TC 281 10k  
 $C_{11}$  – polystyrénový kondenzátor  $10\text{ nF}/100\text{ V}$  – TC 281 10k  
 $C_{12}$  – elektrolytický kondenzátor  $10\mu\text{F}/15\text{ V}$  – TC 943 10M  
 $C_{13}$  – MP kondenzátor  $22\text{ nF}/160\text{ V}$  – TC 181 22k  
 $C_{14}$  – stéblový keramický kondenzátor  $470\text{ pF}$  – TK 425 470  
 $C_{15}$  – stéblový keramický kondenzátor  $470\text{ pF}$  – TK 425 470  
 $C_{16}$  – polystyrénový kondenzátor  $1\text{ nF}/100\text{ V}$  – TC 281 1k  
 $C_{17}$  – polystyrénový kondenzátor  $1\text{ nF}/100\text{ V}$  – TC 281 1k  
 $C_{18}$  – keramický kondenzátor  $100\text{ nF}/40\text{ V}$  – TK 750 M1  
 $C_{19}$  – keramický kondenzátor  $100\text{ nF}/40\text{ V}$  – TK 750 M1  
 $C_{20}$  – keramický kondenzátor  $100\text{ nF}/40\text{ V}$  – TK 750 M1  
 $L_1$  až  $L_3$  – viz tab. 2 a text  
 $D_1$  a  $D_2$  – GA201  
 $D_3$  – GA203  
 $D_4$  a  $D_5$  – GA206  
 $T_1$  – 0C170  
 $T_2$  a  $T_3$  – 0C71  
 $T_4$  – GC500

### Nastavení

Dekodér připojíme na stejnosměrné napětí  $12\text{ V}$ ; proudový odběr je asi  $8\text{ mA}$ . Stejnosměrným voltmetrem s větším vnitřním odporem (např. DU10 – Avo-met II) změříme úbytky napětí na jednotlivých emitorových odporech tranzistorů. Bez budicího signálu by měly být:  $T_1$  –  $3\text{ V}$ ,  $T_2$  –  $0,3\text{ V}$  a  $T_3$  –  $0,8\text{ V}$ . Po připojení zakódovaného stereofonního signálu a naladění obvodů se zvětší

celkový odebíraný proud při stereofonní indikaci na  $60\text{ mA}$ .

Jsou-li stejnosměrná napětí v pořádku, přivedeme na vstup dekodéru pilotní signál  $19\text{ kHz}$  o velikosti asi  $100\text{ mV}$ . Na měřicí bod MB připojíme co nejkratšími nestíněnými vodiči nízkofrekvenční milivoltmetr a jádru cívek  $L_1$  až  $L_3$  nastavíme maximální výchylku ručky voltmetru. Zvětší-li se napětí měřené voltmetrem nad  $2\text{ V}$ , zmenšíme úroveň vstupního pilotního napětí tak, aby tato velikost nebyla překračována.

K nastavení přeslechů samotného dekodéru přivedeme na jeho vstup zakódovaný stereofonní signál o úrovni asi  $100\text{ mV}$ , modulovaný jen v jednom kanálu kmitočtem  $1\text{ kHz}$ . Nízkofrekvenční milivoltmetr nebo osciloskop připojíme přes dolní propust na nízkofrekvenční výstup dekodéru. Optimální přeslech nastavíme změnou fáze pomocné nosné vlny jemným laděním jader cívek  $L_1$  a  $L_3$ .

U naladěného dekodéru zkontrolujeme nízkofrekvenčním milivoltmetrem úroveň napětí pilotního kmitočtu a pomocné nosné vlny na kolektorech jednotlivých tranzistorů. Pro vstupní napětí  $50\text{ mV}$  mají být tato střídavá napětí na kolektorech:  $T_1$  –  $50\text{ mV}$ ,  $T_2$  –  $900\text{ mV}$ ,  $T_3$  –  $3\text{ V}$ .

Po vestavění stereofonního dekodéru do přijímače je třeba nastavit přeslech přes celý přijímač, tj. vysokofrekvenčním signálem ze stereofonního kodéru nebo při vysílání testu stereofonní stanicí. Nedo-

Tab. 2. – Údaje cívek tranzistorového dekodéru

Cívka	Vinutí	Počet závitů	$\varnothing$ drátu [mm]	Indukčnost
$L_1$	$n_1$	190	0,08	—
	$n_2$	$2 \times 300$	0,08	6,8 mH
$L_2$	$n_1$	300	0,08	3,4 mH
	$n_2$	40	0,18	—
$L_3$	$n_1$	200	0,10	1,7 mH
	$n_2$	170	0,10	—



sáhneme-li uspokojivého přeslechu a je-li dekodér v pořádku, zařadíme mezi dekodér a poměrový detektor přijímače korekční člen podle obr. 40 a přeslech nastavujeme střídavě nastavitelným odporem korekčního členu a jádru cívek. Nepřinese-li ani to uspokojivé výsledky, je pravděpodobně nevyhovující mezifrekvenční zesilovač nebo poměrový detektor (malá šířka přenášeného pásma).

Použijeme-li dekodér v elektronkovém přijímači, je třeba před připojením dekodéru přes předřadný odpor na anodové napětí zvážit, je-li tento zdroj schopen dodat dalších 60 mA pro napájení dekodéru. Není-li to možné, nepoužijeme stereofonní indikaci žárovkou; spotřeba tím poklesne na 8 mA. Jako indikátor lze použít dvojitý optický indikátor vyladění EMM803.

### Tranzistorový stereofonní kodér (obr. 46)

#### Technické parametry

##### Druhy provozu:

1. modulace interní nebo externí,
2. modulace jen jednoho kanálu (přepínatelná),
3. vypínatelný pilotní kmitočet.

##### Výstupní signály:

1. zakódovaný stereofonní signál plyne regulovatelný od 0 do 3 V efektivního napětí,
2. vysokofrekvenční signál 70 MHz/10 mV, kmitočtově modulovaný zakódovaným stereofonním signálem, zdvih 25 kHz.

*Interní modulace:* 1 kHz  $\pm$  20 %.

*Zkreslení interního mod. kmitočtu:* menší než 1,5 %.

*Externí modulace:* 0 až 15 kHz, vstupní napětí 0,75 V pro kmitočtový zdvih 25 kHz.

*Přeladitelnost vř oscilátoru:* minimálně  $\pm$  0,5 MHz.

*Přeslech mezi kanály:* lepší než 40 dB.

*Potlačení harmonických kmitočtů pomocné nosné:* lepší než 50 dB.

*Pilotní kmitočet:* 19 kHz, 8 až 10 % max. úrovně zakódovaného signálu.

*Osazení:* 5  $\times$  KF506, 3  $\times$  KF504, 4  $\times$  GA203, 2  $\times$  GA206, KA201.

*Napájení:* 34 V/50 mA; kladný pól zdroje spojen s kostrou.

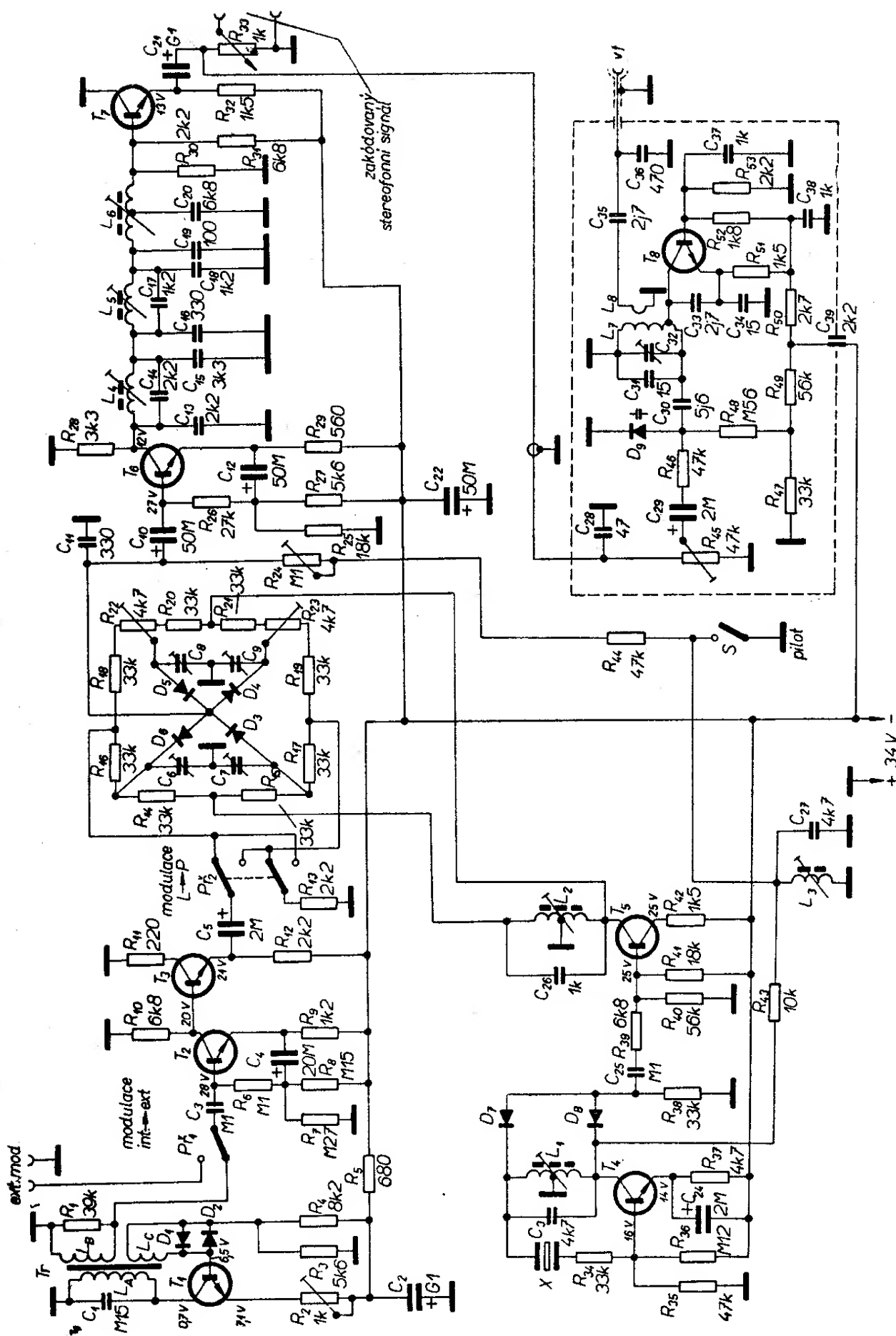
Diody  $D_1, D_2$  připojené paralelně ke zpětnovazebnímu vinutí  $L_C$  stabilizují amplitudu oscilací. Velikost výstupního napětí je nastavitelná proměnným emitorovým odporem  $R_2$ . Nízkofrekvenční napětí se z vazebního vinutí  $L_B$  přivádí přes přepínač volby modulace  $P\check{r}_1$  (modulace interní – externí) na dvoutranzistorový nízkofrekvenční zesilovač s napětovým zesílením asi 5. Vstupní tranzistor  $T_2$  má vlivem velké zpětné vazby velký vstupní odpor; tranzistor  $T_3$  je zapojen jako emitorový sledovač. Výstupní zesílené napětí se přivádí přes oddělovací kondenzátor  $C_5$  na přepínač volby modulovaného kanálu  $P\check{r}_2$ .

Oscilátor pilotního kmitočtu 19 kHz s tranzistorem  $T_4$  je řízen krystalem, což zajišťuje vysokou stabilitu kmitočtu. Pilotní kmitočet se odebírá z kolektorového obvodu  $T_4$  přes oddělovací odpor  $R_{43}$  a přivádí se na fázovací člen  $L_3, C_{27}$ . Z fázovacího členu se signál pilotního kmitočtu přivádí na vstup pásmového zesilovače  $T_6, T_7$  přes oddělovací odpor  $R_{44}$  a spínač  $S$ , jímž lze pilotní kmitočet vypnout. Jádrem  $L_3$  se nastavuje správná fáze pilotního kmitočtu.

Pomocný nosný kmitočet se získává zdvojením pilotního kmitočtu diodovým zdvojovačem  $D_7, D_8$  a dalším zesílením ve stupni s tranzistorem  $T_5$ . Z laděného obvodu  $L_2, C_{26}$  v kolektoru  $T_5$  se napětí pomocného nosného kmitočtu 38 kHz přivádí na elektronický přepínač.

Elektronický přepínač tvoří křížový modulátor s diodami  $D_3$  až  $D_6$ . Zde se vytvoří zakódovaný stereofonní signál s potlačeným nosným kmitočtem. Kondenzátory  $C_6$  až  $C_9$  a proměnnými odpory  $R_{22}$  a  $R_{23}$  se modulátor vyvažuje tak, aby na jeho výstupu bylo minimální zbytkové napětí pomocného nosného kmitočtu 38 kHz.

Z elektronického přepínače se zakódovaný stereofonní signál přivádí spolu s pilotním kmitočtem na vstup pásmového výstupního zesilovače  $T_6, T_7$ . Mezi oba stupně je zařazena dolní propust, která bez útlumu a fázového posuvu propouští kmitočty do 53 kHz. Maximum útlumu filtru je při kmitočtech 114 a 190 kHz, tj. na 3. a 5. harmonickém kmitočtu pomocné nosné vlny.



Obr. 46. Schéma zapojení stereofonního kodéru (kondenzátor označeny  $C_3$  má mít označení  $C_{23}$ ,  $T_5$  je typu n-p-n)

Na výstup filtru je zapojen koncový zesilovač  $T_7$ , pracující jako emitorový sledovač. Z výstupního regulačního potenciometru  $R_{33}$  se signál odebírá pro výstupní svorky: plné napětí se přivádí na modulační vstup generátoru VKV.

Generátor VKV je osazen vysokofrekvenčním tranzistorem  $T_8$  v zapojení se společnou bází. K laděnému obvodu oscilátoru  $L_7$ ,  $C_{31}$ ,  $C_{32}$  je přes kondenzátor  $C_{30}$  připojena kapacitní dioda  $D_9$ , kterou se uskutečňuje kmitočtová modulace oscilátoru. Modulační napětí se na diodu přivádí přes oddělovací člen  $R_{46}$ ,  $C_{29}$  z výstupu zesilovače zakódovaného signálu. Pracovní bod kapacitní diody je nastaven stejnosměrným předpětím z odporového děliče  $R_{49}$ ,  $R_{47}$ . Generátor pracuje na základním kmitočtu 70 MHz, nastavitelném v malých mezích (asi  $\pm 0,5$  MHz) doladovacím kondenzátorem  $C_{32}$ ; při nastavování přijímače lze se tak vyhnout případnému rušení místním vysílačem. Výstupní napětí je nastaveno kapacitním děličem  $C_{35}$ ,  $C_{36}$  asi na 10 mV.

Obvody stereofonního kodéru jsou napájeny stabilizovaným napětím 34 V, Kladný pól zdroje je spojen se zemnicí fólií.

Stereofonní kodér se skládá ze dvou samostatných částí – vlastního kodéru a jednotky vysokofrekvenčního oscilátoru VKV ( $T_8$ ).

Všechny součásti kodéru včetně přepínačů jsou na desce s plošnými spoji (obr. 47 na 2. a 3. str. obálky). Přepínače jsou tlačítkové, používané v přijímači Akcent nebo Big-Beat. Kontakty jsou přímo vpájeny do desky s plošnými spoji.

Cívky laděných obvodů jsou podobné jako u dekodéru, tj. jsou navinuty do ferokartových hrníčkových jader o průměru 14 mm a jako doladovací jádro je použito feritové jádro  $M4 \times 12$ . Indukčnosti a počty závitů jsou v tab. 3.

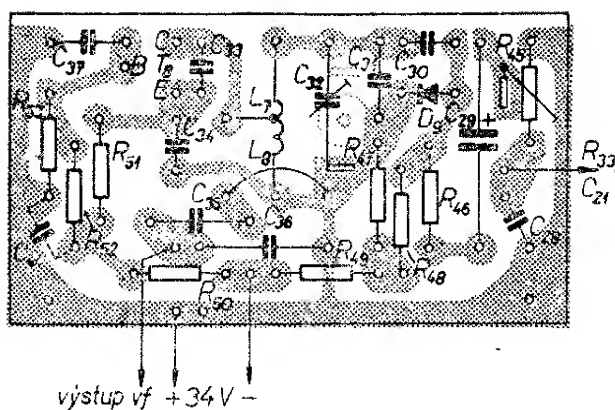
Také generátor VKV má všechny součásti na desce s plošnými spoji – obr. 48. Aby se zamezilo vyzařování signálu generátoru VKV, je celý generátor umístěn v kovovém krytu (obr. 49).

Výstupní napětí oscilátoru se z kapacitního děliče  $C_{35}$ ,  $C_{36}$  přivádí na souosý konektor stíněným vodičem.

Objímka krystalu je podložena gumovými podložkami, krystal je v objímce přidržován pružinami.

Tab. 3. – Údaje cívek stereofonního kodéru

Cívka	Počet závitů	Ø drátu [mm]	Indukčnost	Vinutí
$L_1$	$2 \times 360$	0,10	13 mH	bif.
$L_2$	$2 \times 360$	0,10	13 mH	bif.
$L_3$	720	0,10	13 mH	
$L_4$	310	0,15	2,9 mH	
$L_5$	240	0,15	1,6 mH	
$L_6$	$2 \times 240$	0,15	5,5 mH	bif.
$L_7$	9	0,80	odb. na $3\frac{1}{4}$ záv., vinuto na trnu o Ø 6 mm, délka vinutí 15 mm	
$L_8$	1	0,80	vinuto na trnu o Ø 8 mm	

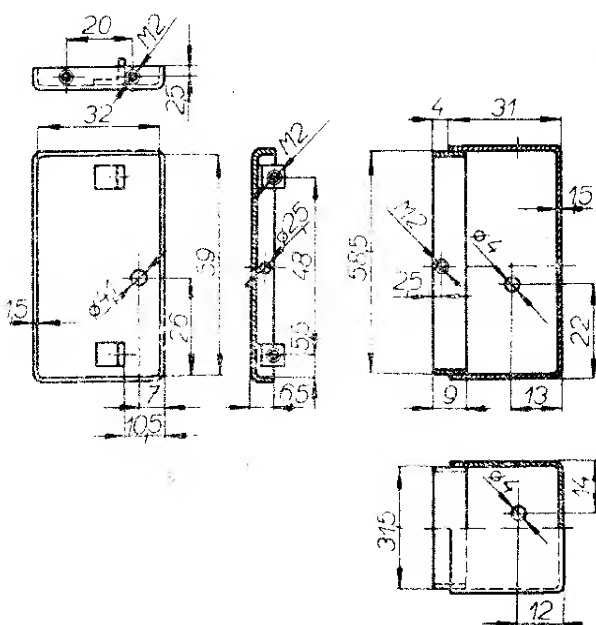


Obr. 48. Generátor VKV – plošné spoje a rozložení součástek

#### Rozpiska elektrických součástek

- $R_1$  – vrstvý odpor 39 k $\Omega$ /0,1 W – TR 112 39k
- $R_2$  – odporový trimr 1 k $\Omega$ /0,2 W – WN 79025 1k
- $R_3$  – vrstvý odpor 5,6 k $\Omega$ /0,1 W – TR 112 5k6
- $R_4$  – vrstvý odpor 8,2 k $\Omega$ /0,1 W – TR 112 8k2
- $R_5$  – vrstvý odpor 680  $\Omega$ /0,1 W – TR 112 680
- $R_6$  – vrstvý odpor 100 k $\Omega$ /0,1 W – TR 112 M1
- $R_7$  – vrstvý odpor 270 k $\Omega$ /0,1 W – TR 112 M27
- $R_8$  – vrstvý odpor 150 k $\Omega$ /0,1 W – TR 112 M15
- $R_9$  – vrstvý odpor 1,2 k $\Omega$ /0,1 W – TR 112 1k2
- $R_{10}$  – vrstvý odpor 6,8 k $\Omega$ /0,1 W – TR 112 6k8
- $R_{11}$  – vrstvý odpor 220  $\Omega$ /0,1 W – TR 112 220
- $R_{12}$  – vrstvý odpor 2,2 k $\Omega$ /0,1 W – TR 112 2k2
- $R_{13}$  – vrstvý odpor 2,2 k $\Omega$ /0,1 W – TR 112 2k2
- $R_{14}$  až  $R_{21}$  – vrstvý odpor 33 k $\Omega$ /0,1 W – TR 112 33k
- $R_{22}$  – odporový trimr 4,7 k $\Omega$ /0,2 W – WN 79025 4k7
- $R_{23}$  – odporový trimr 4,7 k $\Omega$ /0,2 W – WN 79025 4k7
- $R_{24}$  – odporový trimr 100 k $\Omega$ /0,2 W – WN 79029 M1
- $R_{25}$  – vrstvý odpor 18 k $\Omega$ /0,1 W – TR 112 18k
- $R_{26}$  – vrstvý odpor 27 k $\Omega$ /0,1 W – TR 112 27k
- $R_{27}$  – vrstvý odpor 5,6 k $\Omega$ /0,1 W – TR 112 5k6
- $R_{28}$  – vrstvý odpor 3,3 k $\Omega$ /0,1 W – TR 112 3k3
- $R_{29}$  – vrstvý odpor 560 k $\Omega$ /0,1 W – TR 112 560
- $R_{30}$  – vrstvý odpor 2,2 k $\Omega$ /0,1 W – TR 112 2k2
- $R_{31}$  – vrstvý odpor 6,8 k $\Omega$ /0,1 W – TR 112 6k8
- $R_{32}$  – vrstvý odpor 1,5 k $\Omega$ /0,1 W – TR 112 1k5
- $R_{33}$  – potenc. lin. se spínačem 1 k $\Omega$ /0,5 W – TP 281 1k/N
- $R_{34}$  – vrstvý odpor 33 k $\Omega$ /0,1 W – TR 112 33k
- $R_{35}$  – vrstvý odpor 47 k $\Omega$ /0,1 W – TR 112 47k
- $R_{36}$  – vrstvý odpor 120 k $\Omega$ /0,1 W – TR 112 M12
- $R_{37}$  – vrstvý odpor 4,7 k $\Omega$ /0,1 W – TR 112 4k7
- $R_{38}$  – vrstvý odpor 33 k $\Omega$ /0,1 W – TR 112 33k
- $R_{39}$  – vrstvý odpor 6,8 k $\Omega$ /0,1 W – TR 112 6k8
- $R_{40}$  – vrstvý odpor 56 k $\Omega$ /0,1 W – TR 112 56k
- $R_{41}$  – vrstvý odpor 18 k $\Omega$ /0,1 W – TR 112 18k
- $R_{42}$  – vrstvý odpor 1,5 k $\Omega$ /0,1 W – TR 112 1k5
- $R_{43}$  – vrstvý odpor 10 k $\Omega$ /0,1 W – TR 112 10k
- $R_{44}$  – vrstvý odpor 47 k $\Omega$ /0,1 W – TR 112 47k
- $R_{45}$  – odporový trimr 47 k $\Omega$ /0,2 W – WN 79025 47k
- $R_{46}$  – vrstvý odpor 47 k $\Omega$ /0,1 W – TR 112 47k
- $R_{47}$  – vrstvý odpor 33 k $\Omega$ /0,1 W – TR 112 33k
- $R_{48}$  – vrstvý odpor 560 k $\Omega$ /0,1 W – TR 112 M56
- $R_{49}$  – vrstvý odpor 56 k $\Omega$ /0,1 W – TR 112 56k
- $R_{50}$  – vrstvý odpor 2,7 k $\Omega$ /0,1 W – TR 112 2k7
- $R_{51}$  – vrstvý odpor 1,5 k $\Omega$ /0,1 W – TR 112 1k5
- $R_{52}$  – vrstvý odpor 1,8 k $\Omega$ /0,1 W – TR 112 1k8
- $R_{53}$  – vrstvý odpor 2,2 k $\Omega$ /0,1 W – TR 112 2k2
- $C_1$  – MP kondenzátor 150 nF/160 V – TC 181 M15

- $C_2$  – elektrolytický kondenzátor 100  $\mu$ F/25 V – TC 964 100M
- $C_3$  – keramický kondenzátor 100 nF/40 V – TK 750 M1
- $C_4$  – elektrolytický kondenzátor 20  $\mu$ F/6 V – TC 941 20M
- $C_5$  – elektrolytický kondenzátor 2  $\mu$ F/15 V – TC 943 2M
- $C_6$  až  $C_9$  – doladovací kondenzátor 5 ÷ 30 pF – PN 70301
- $C_{10}$  – elektrolytický kondenzátor 50  $\mu$ F/15 V – TC 943 50M
- $C_{11}$  – polystyrénový kondenzátor 330 pF/100 V – TC 281 330
- $C_{12}$  – elektrolytický kondenzátor 50  $\mu$ F/6 V – TC 941 50M
- $C_{13}$  – polystyrénový kondenzátor 2,2 nF/100 V – TC 281 2k2
- $C_{14}$  – polystyrénový kondenzátor 2,2 nF/100 V – TC 281 2k2
- $C_{15}$  – polystyrénový kondenzátor 3,3 nF/100 V – TC 281 3k3
- $C_{16}$  – polystyrénový kondenzátor 330 pF/100 V – TC 281 330/A
- $C_{17}$  – polystyrénový kondenzátor 1,2 nF/100 V – TC 281 1k2/A
- $C_{18}$  – polystyrénový kondenzátor 1,2 nF/100 V – TC 281 1k2/A
- $C_{19}$  – polystyrénový kondenzátor 100 pF/100 V – TC 281 100/A
- $C_{20}$  – polystyrénový kondenzátor 6,8 nF/100 V – TC 281 6k8
- $C_{21}$  – elektrolytický kondenzátor 100  $\mu$ F/25 V – TC 964 100M
- $C_{22}$  – elektrolytický kondenzátor 50  $\mu$ F/50 V – TC 965 50M
- $C_{23}$  – polystyrénový kondenzátor 4,7 nF/100 V – TC 281 4k7
- $C_{24}$  – elektrolytický kondenzátor 2  $\mu$ F/15 V – TC 923 2M
- $C_{25}$  – keramický kondenzátor 100 nF/40 V – TK 750 M1
- $C_{26}$  – polystyrénový kondenzátor 1 nF/100 V – TC 281 1k



Obr. 49. Kryt generátoru VKV

$C_{27}$  – polystyrénový kondenzátor 4,7 nF/100 V – TC 281 4k7  
 $C_{28}$  – stéblový keramický kondenzátor 47 pF – TK 408 47  
 $C_{29}$  – elektrolytický kondenzátor 2  $\mu$ F/15 V – TC 923 2M  
 $C_{30}$  – keramický kondenzátor 5,6 pF – TK 722 5j6  
 $C_{31}$  – stéblový keramický kondenzátor 15 pF – TK 408 15  
 $C_{32}$  – skleněný dolaďovací kondenzátor 0,5 ÷ 4,5 pF WK 70122  
 $C_{33}$  – keramický kondenzátor 2,7 pF – TK 219 2j7  
 $C_{34}$  – stéblový keramický kondenzátor 15 pF – TK 408 15  
 $C_{35}$  – keramický kondenzátor 2,7 pF – TK 219 2j7  
 $C_{36}$  – stéblový keramický kondenzátor 470 pF – TK 425 470  
 $C_{37}$  – stéblový keramický kondenzátor 1 nF – TK 425 1k  
 $C_{38}$  – stéblový keramický kondenzátor 1 nF – TK 425 1k  
 $C_{39}$  – průchodkový keramický kondenzátor 2,2 nF – TK 584 2k2  
 $L_1$  až  $L_8$  – viz tab. 3 a text.  
 $T_1$  až  $T_5$  – KF506,  
 $T_6$  až  $T_8$  – KF503,  
 $D_1, D_2, D_7, D_8$  – GA203,  
 $D_3$  až  $D_6$  – GA206,  
 $D_9$  – KA201.  
 $X$  – piezoelektrický krystal 19,00 kHz, typ 40 10 777, ekvivalentní indukčnost 800 H.  
 $Př_1, Př_2$  a  $S$  – tlačítkový přepínač Akcent, Big-Beat,  
 – souosý konektor,  
 – kovová zdíčka 4 ks,  
 – přístrojový knoflík.

#### Transformátor nízkofrekvenčního oscilátoru Tr:

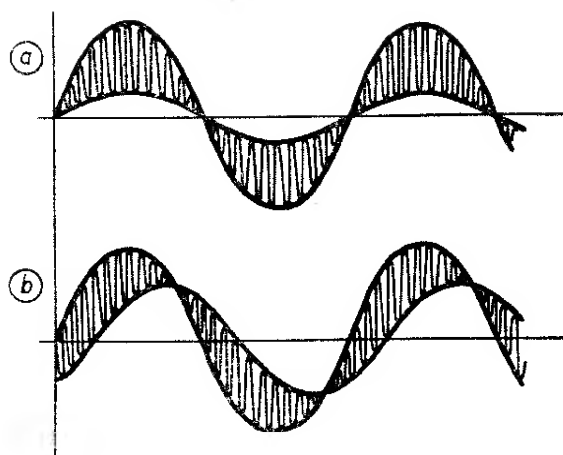
plechy NTN 200-E5-A2/0,35L a NTN 200-B5-A2/0,35L  
 vinutí  $L_A$  – 600 záv. drátu o  $\varnothing$  0,15 mm CuP,  
 $L_B$  – 150 záv. drátu o  $\varnothing$  0,10 mm CuP,  
 $L_C$  – 60 záv. drátu o  $\varnothing$  0,15 mm CuP,  
 kostička NTN 201/E/B5 $\times$ 8 (průřez jádra 5 $\times$ 8 mm, lze použít např. všechny díly výstupního transformátoru Monika)  
 – objímka krystalu 6AK49730 (elektronková novalová objímka).

#### Nastavení

Celkový proudový odběr kodéru ze zdroje 34 V je 50 mA  $\pm$  10 %; napětí uvedená ve schématu zapojení byla měřena přístrojem DU10 (Avomet II), kladný pól zdroje je spojen se zemnicí fólií.

##### 1. Nízkofrekvenční generátor

Paralelně k odporu  $R_1$  (39k) připojíme nízkofrekvenční milivoltmetr a proměnným emitorovým odporem  $R_2$  (1k) nastavíme na voltmetru napětí 0,75 V. Voltmetr nahradíme osciloskopem a generátorem RC zjistíme kmitočet oscilátoru, který má být 1 kHz  $\pm$  20 %. Větší odchylku kmitočtu odstraníme výměnou kondenzátoru  $C_1$  (M15).



Obr. 50. Oscilogram nastavení filtru harmonických kmitočtů; a – správně, b – nesprávně

##### 2. Obnovovač pomocné nosné

Osciloskop připojíme mezi jeden z vývodů kondenzátoru  $C_{26}$  (1k) a zem. Jádru cívek  $L_1$  a  $L_2$  nastavíme maximální amplitudu průběhu na osciloskopu.

##### 3. Křížový modulátor

Osciloskop připojíme na výstupní svorky kodéru (mezi běžec potenciometru  $R_{33}$  a zem), přepínač modulace  $Př_1$  přepneme do polohy externí modulace, pilotní kmitočet vypneme spínačem  $S$  (laděný obvod  $L_3, C_{27}$  je zkratován). Dolaďovacími vzduchovými kondenzátory  $C_8$  až  $C_9$  (5 až 30 pF) a proměnnými odpory  $R_{22}, R_{23}$  (4k7) nastavíme minimální pronikání pomocného nosného kmitočtu 38 kHz na výstup.

##### 4. Filtr harmonických kmitočtů

Před vpájením do desky plošných spojů nastavíme jádru cívek indukčnosti na:

$$L_4 = 2,9 \text{ mH}, L_5 = 1,8 \text{ mH}, \\ L_6 = 5,5 \text{ mH}.$$

Vypneme pilotní kmitočet spínačem  $S$ , přepínač modulace je v poloze externí modulace. Na bázi tranzistoru  $T_6$  přivedeme z generátoru RC napětí o kmitočtu 114 kHz a jádrem cívky  $L_5$  nastavíme minimální výchylku na voltmetru, připojeném na výstup kodéru.

Přepínačem  $Př_1$  zapneme vnitřní modulaci 1 kHz a paralelně ke kondenzátoru  $C_{11}$  (330) připojíme kondenzátor o kapacitě 470 pF. Jádrem cívky  $L_4$  nastavíme fázi průběhu na osciloskopu, připojeném na výstup kodéru, podle obr. 50

Po nastavení odpojíme přidáný kondenzátor 470 pF.

#### 5. Nastavení poměru součtové a rozdílové složky

Osciloskop zůstává připojen na výstup kodéru, pilotní kmitočet je zapnut, vnitřní modulace 1 kHz je rovněž zapnuta. Změnou kapacity kondenzátoru  $C_{11}$  (330) nastavíme průběh na osciloskopu podle obr. 51.

#### 6. Nastavení fáze pilotního kmitočtu

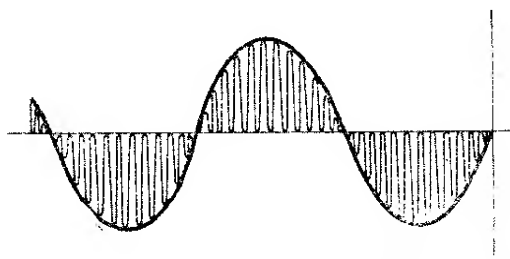
Nastavení přepínačů a připojení osciloskopu je stejné jako v bodě 5. Mezi společný bod kondenzátoru  $C_5$  (2M) a přepínače  $P\check{r}_2$  připojíme odpor 820 k $\Omega$ , jehož druhý konec je připojen na záporný pól napájení kodéru. Tím se na diody křížového modulátoru připojí polarizační předpětí a na výstupu se objeví pomocný nosný kmitočet 38 kHz. Jádrem cívky  $L_3$  nastavíme symetrický tvar průběhu podle obr. 52. Polarizační odpor 820 k $\Omega$  odpájíme.

#### 7. Úroveň pilotního kmitočtu

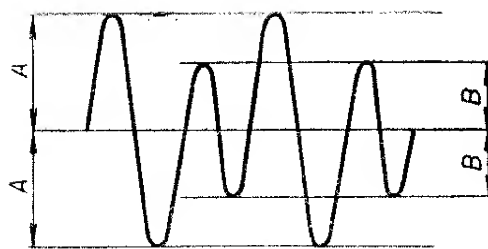
Spínačem S vypneme pilotní kmitočet, vnitřní modulace kmitočtem 1 kHz zůstává zapojena. Osciloskop nahradíme nízkofrekvenčním milivoltmetrem a změříme nízkofrekvenční napětí na výstupu kodéru při vytočení potenciometru  $R_{33}$  (1k) na maximum. Vnitřní modulaci vypneme a zapneme pilotní kmitočet. Proměnným odporem  $R_{24}$  (M1) nastavíme 8 až 10 % původní naměřené hodnoty.

#### 8. Nastavení generátoru VKV

Zkontrolujeme kmitočet generátoru VKV, nejlépe záznějovým vlnoměrem. Lze samozřejmě použít i sací měřič (grid-dip-metr) nebo rozhlasový přijímač s ocejehovanou stupnicí. Doladovacím kondenzátorem  $C_{32}$  (0,5 až 4,5 pF), popřípadě přikýbáním závitů cívky  $L_7$  nastavíme kmitočet oscilátoru na 70 MHz.



Obr. 51. Oscilogram správného nastavení poměru součtové a rozdílové složky



Obr. 52. Oscilogram správně nastavené fáze pilotního kmitočtu

Na vysokofrekvenční výstup připojíme měřič hloubky modulace a odporem  $R_{45}$  (47k) nastavíme kmitočtový zdvih modulovaného signálu na 25 kHz. Pilotní kmitočet i vnitřní modulace jsou zapnuty.

Bez měřiče kmitočtového zdvihu lze generátor nastavit takto: na vysokofrekvenční výstup připojíme přes útlumový článek přijímač s rozsahem VKV a naladíme přesně na nosný kmitočet signálu. Velikost útlumu článku musí být tak velká, aby nenastávalo omezování signálu v přijímači, tj. aby napětí na elektrolytickém kondenzátoru poměrového detektoru nemělo maximální velikost. Změříme velikost tohoto stejnosměrného napětí a stereofonní kódér nahradíme měřicím generátorem VKV s kmitočtovou modulací (např. Tesla BM270). Vysokofrekvenční výstupní napětí generátoru nastavíme děličem generátoru stejně velké jako u kodéru, tj. na velikost stejnosměrného napětí na elektrolytickém kondenzátoru. Zapneme kmitočtovou modulaci generátoru a změříme nízkofrekvenční napětí na výstupu detektoru pro modulovaný signál při kmitočtovém zdvihu 25 kHz. Měřicí generátor VKV nahradíme stereofonním kódérem a potenciometrem  $R_{45}$  nastavíme stejné nízkofrekvenční napětí na detektoru.

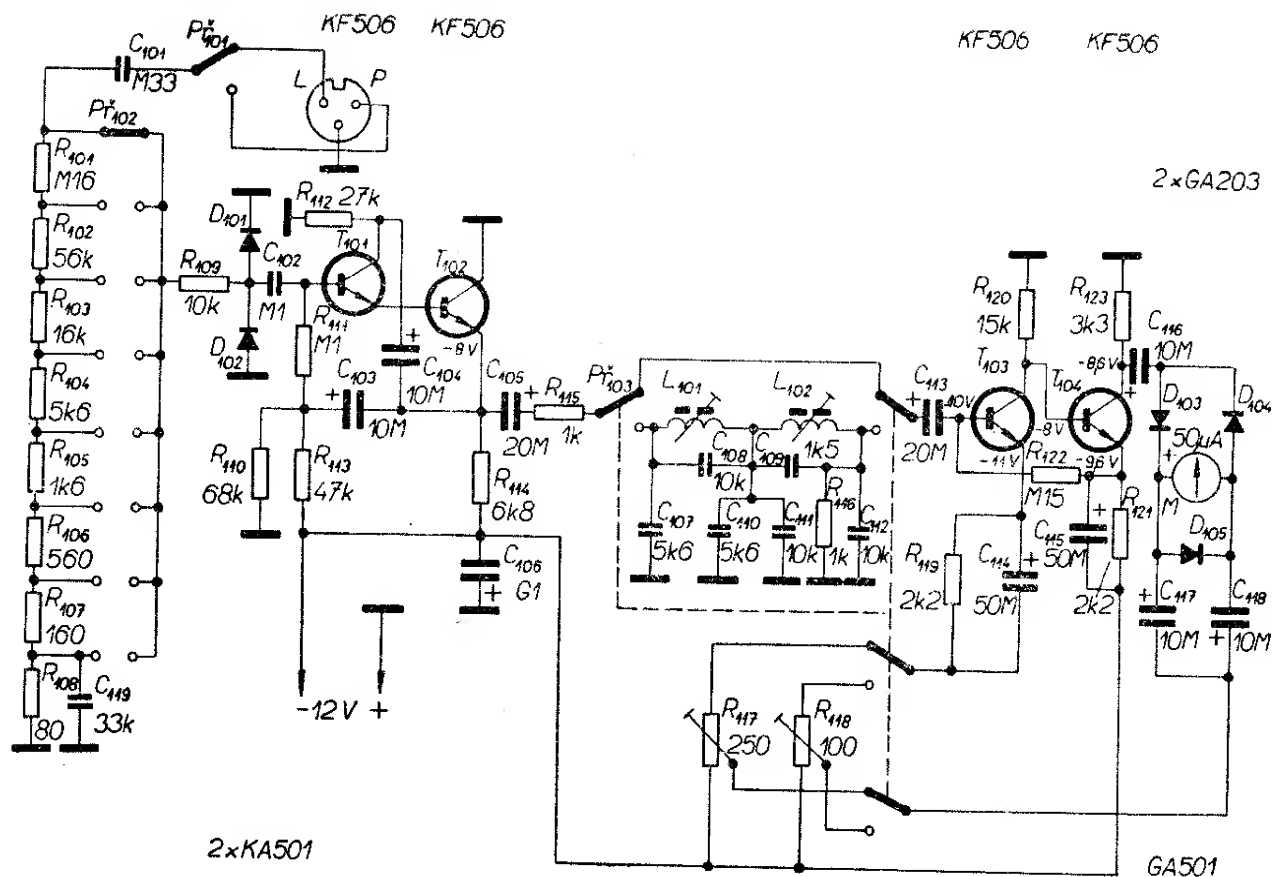
### Nízkofrekvenční milivoltmetr

#### Technické parametry

Rozsahy: 10 mV, 30 mV, 100 mV, 300 mV, 1 V, 3 V, 10 V, 30 V pro plnou výchylku ručky měřidla.

Kmitočtová charakteristika:

a) bez filtru: 20 Hz až 50 kHz  
± 0,25 dB;



Obr. 53. Schéma zapojení nízkofrekvenčního milivoltmetru

- b) s filtrem: 20 Hz až 15 kHz  $\pm 0,5$  dB,  
pro  $f = 19$  kHz  $-30$  dB,  
pro  $f = 38$  kHz  $-50$  dB.

Přesnost vstupního děliče: lepší než 2 %.

Vstupní odpor: asi 240 k $\Omega$ .

Osazení: 4  $\times$  KF506, 3  $\times$  KA501,  
2  $\times$  GA203.

Napájení: 12 V/4 mA; kladný pól je  
spojen se zemnicí fólií.

### Popis zapojení

Měřené napětí z levého nebo pravého kanálu se přivádí na vstupní vícepólový konektor (obr. 53). Měřený kanál se volí přepínačem  $P_{101}$ . Napětí se přivádí přes oddělovací kondenzátor  $C_{101}$  na odporový dělič o celkovém odporu asi 240 k $\Omega$ . Napětí z děliče se vede přes diodový omezovač  $D_{101}$ ,  $D_{102}$  na vstup emitorového sledovače. Obě diody omezovače chrání vstupní tranzistor  $T_{101}$  před napětovým přetížením.

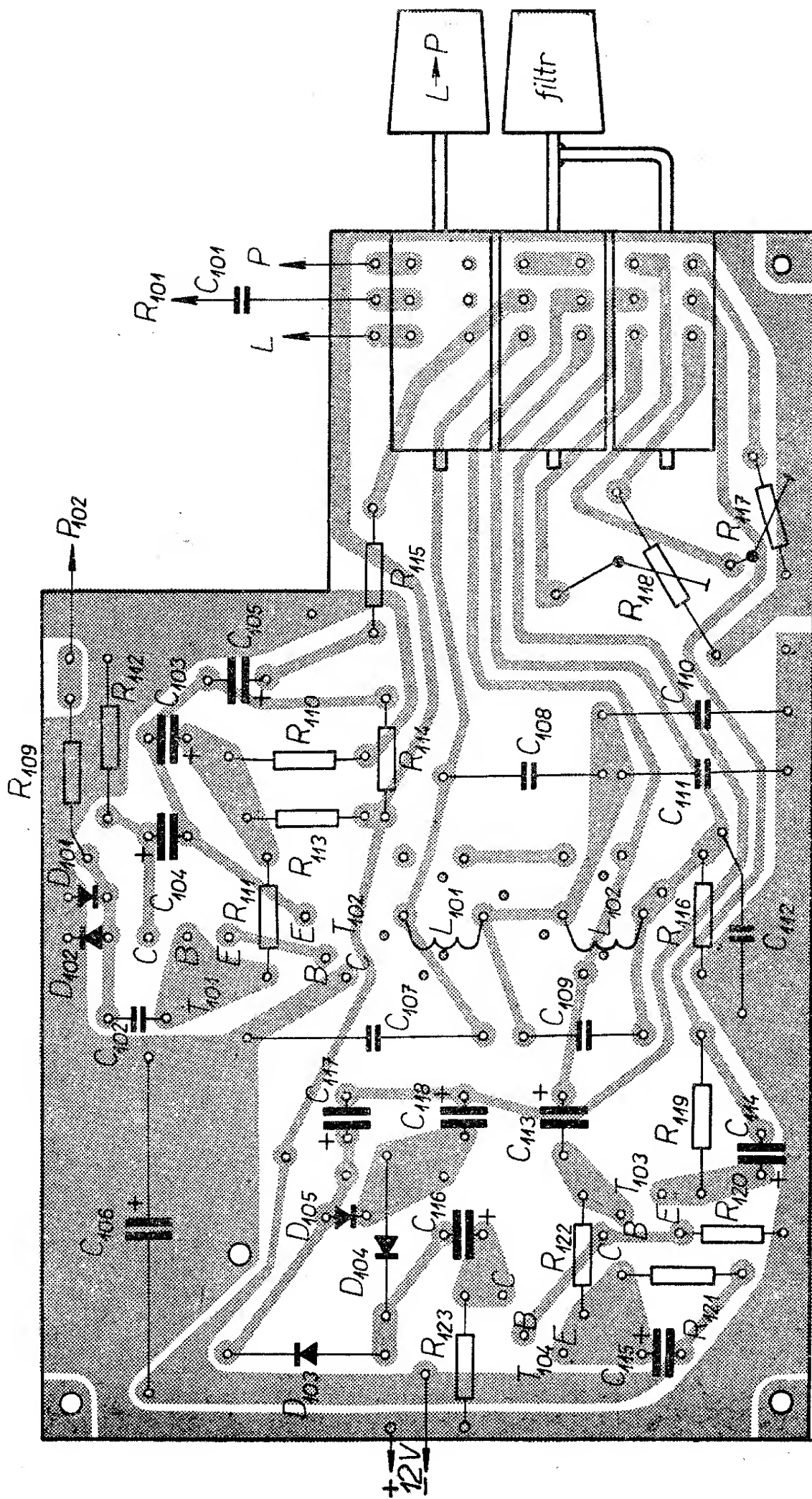
Vstupní odpor dvojice  $T_{101}$ ,  $T_{102}$  je více než desetkrát větší než celkový odpor

napětového děliče  $R_{101}$  až  $R_{108}$ . Zápornou zpětnou vazbou se dosahuje dobré teplotní stability vstupní dvojice tranzistorů.

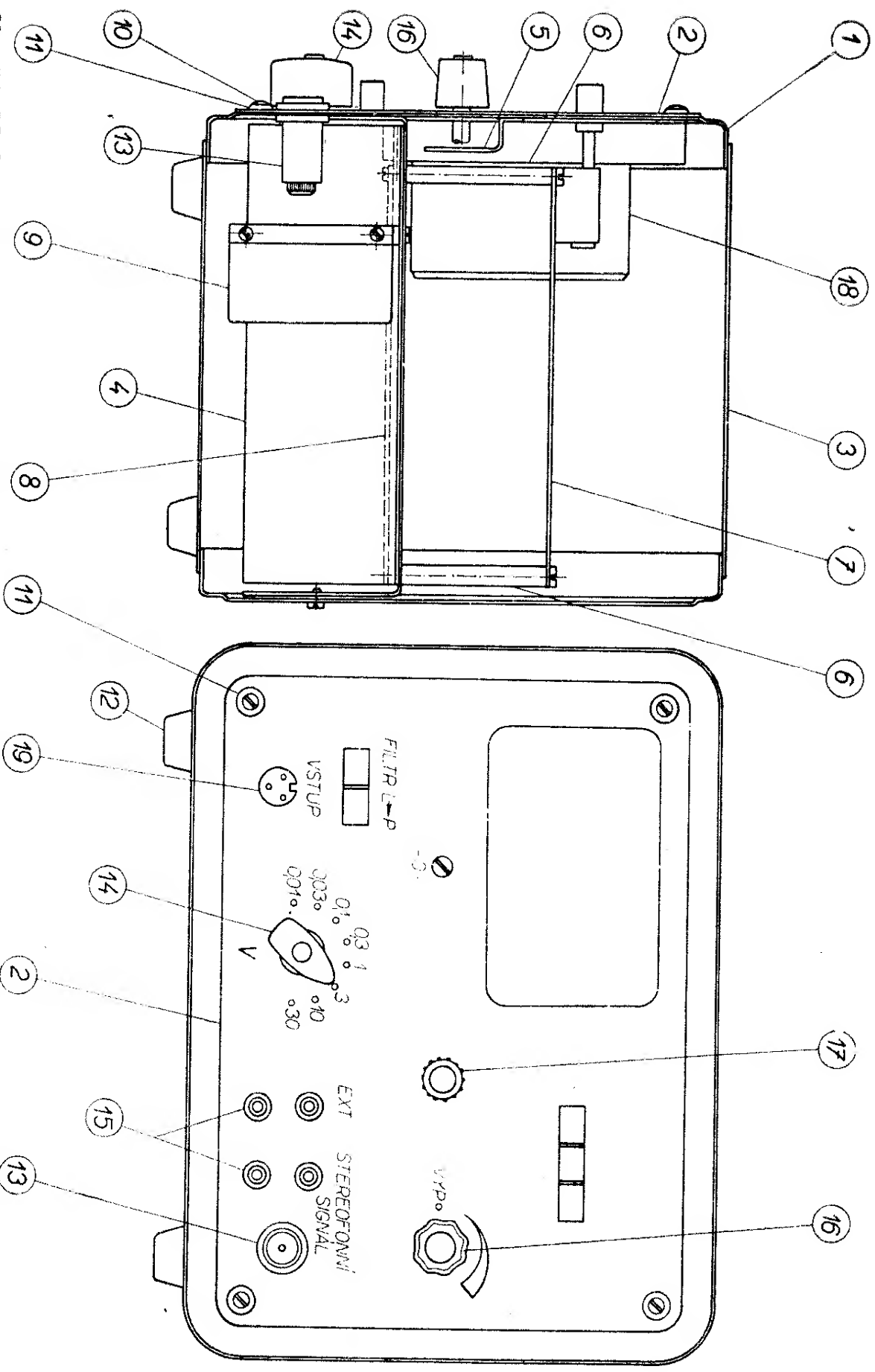
Z výstupu emitorového sledovače  $T_{102}$  se napětí přivádí podle polohy přepínače  $P_{103}$  buďto přímo nebo přes dolní propust na dvoutranzistorový napětový zesilovač  $T_{103}$ ,  $T_{104}$ . Pracovní body těchto tranzistorů jsou stabilizovány odpory  $R_{121}$ ,  $R_{122}$  a zápornou zpětnou vazbou v emitorovém obvodu  $T_{103}$ . Do zpětnovazební větve je zapojeno měřidlo s usměrňovačem. Záporná zpětná vazba současně linearizuje průběh stupnice měřidla na jejím začátku. Paralelní dioda  $D_{105}$  chrání měřidlo před přetížením.

Citlivost milivoltmetru se volí nastavitelnými odpory  $R_{117}$  a  $R_{118}$ . Útlum dolní propusti je do kmitočtu 15 kHz konstantní, od kmitočtu 16 kHz se prudce zvětšuje a pro kmitočet 19 kHz je již větší než 30 dB. Zapojený filtr umožňuje vyloučení vlivu pilotního kmitočtu, popřípadě signálu pomocné nosné vlny na měření pronikání kanálů stereofonního signálu. Od-





Obr. 54. Obrázec plošných spojů a rozložení součástek milivoltmetru  
(Označení vývodů L a P má být opačné, tj. P vlevo a L vpravo)



Obr. 55. Mechanická sestava přístroje obsahujícího stereo fonní kódér, nízkofrekvenční milivoltmetr a společnou zdrojovou část  
 1 - panel (přístrojové čelo IPA16915), 2 - maska předního panelu, 3 - kryt přístroje, 4 - šasi přístroje, 5 - držák potenciometru, 6 - rozpěrná tyč, 7 - základní deska stereo fonního kódéru (obr. 47), 8 - základní deska milivoltmetru (obr. 54), 9 - kryt generátoru VKV (obr. 49), 10 - šroub M3 x 6, 11 - ozdobná (čalounická) podložka, 12 - pryžová nožka, 13 - souosý konektor, 14 - přístrojový knoflík se šipkou, 15 - kovová zdička, 16 - přístrojový knoflík, 17 - držák kontrolní žárovky, 18 - měřící přístroj nř milivoltmetru, 19 - třípólový magnetofonový konektor (tlačítka vpravo nahoře jsou v pořadí P.I.L.O.T., L.-P., EXT)

pory  $R_{115}$  a  $R_{116}$  obstarávají správná zakončení filtru.

Celý nízkofrekvenční milivoltmetr je napájen napětím 12 V, kladný pól zdroje je spojen se zemnicí fólií.

### Mechanická konstrukce

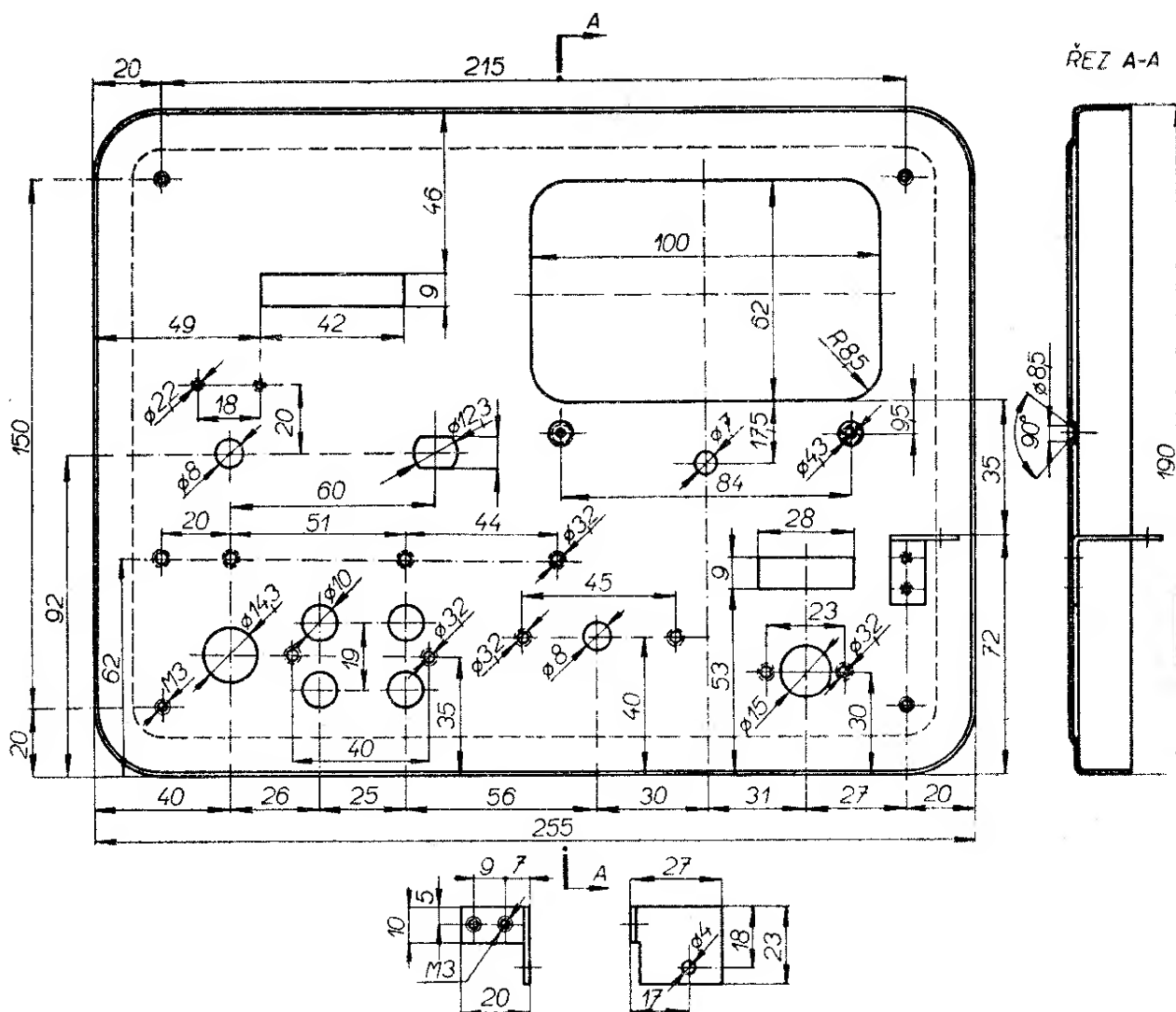
Odpory vstupního děliče  $R_{101}$  až  $R_{108}$  jsou přímo na přepínači rozsahů  $Př_{102}$  – 26polohovém radiči. Krajní nastavitelné dorazy přepínače jsou nastaveny na 8 poloh a také aretace je vyjmutím jedné kuličky upravena tak, aby přepínač měl aretovánu každou druhou polohu (tj. celkem 13 poloh pro celý obvod).

Ostatní součásti včetně přepínačů jsou rozmístěny na desce s plošnými spoji (obr. 54). Protože počet přepínacích kontaktů tlačítkového přepínače (typ z pří-

jímače Akcent) pro  $Př_{103}$  nestačuje, jsou spolu mechanicky sprážena táhla dvou sousedních přepínačů.

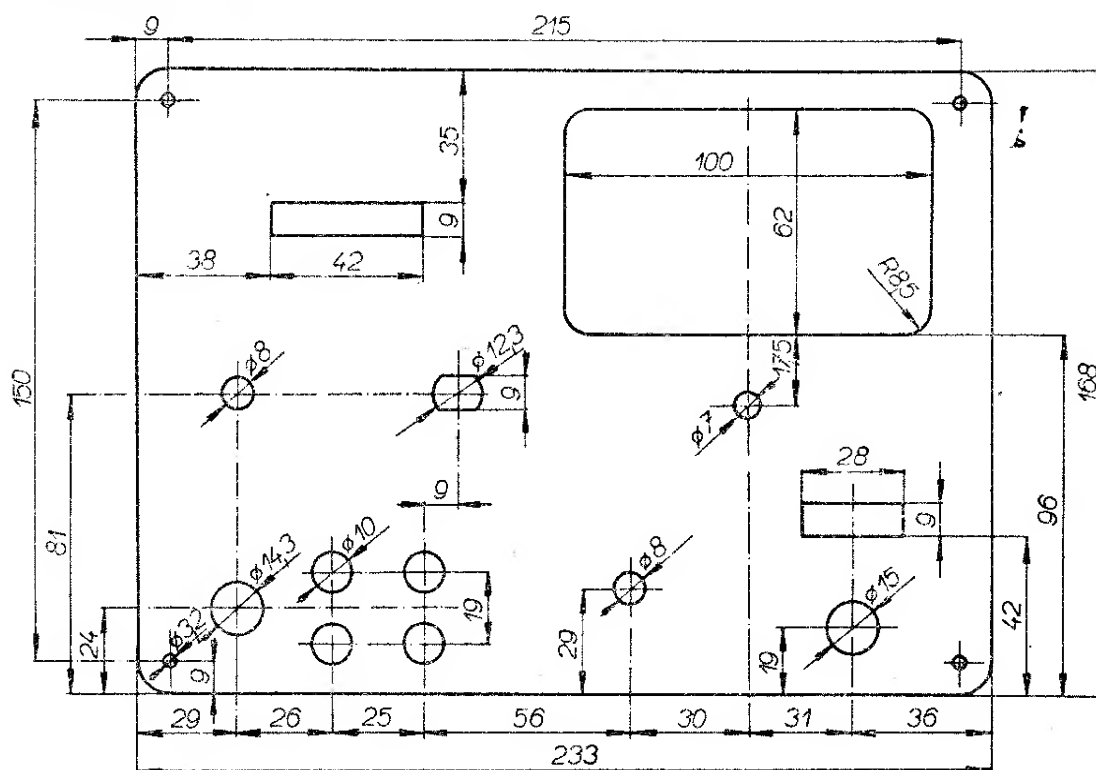
### Rozpiska elektrických součástek

- $R_{101}$  – vrstvý odpor 160 k $\Omega$ /0,25 W, 2 % – TR 106 M16/C
- $R_{102}$  – vrstvý odpor 56 k $\Omega$ /0,25 W, 2 % – TR 106 56k/C
- $R_{103}$  – vrstvý odpor 16 k $\Omega$ /0,25 W, 2 % – TR 106 16k/C
- $R_{104}$  – vrstvý odpor 3,6 k $\Omega$ /0,25 W, 2 % – TR 106 5k6/C
- $R_{105}$  – vrstvý odpor 1,6 k $\Omega$ /0,25 W, 2 % – TR 106 1k6/C
- $R_{106}$  – vrstvý odpor 560  $\Omega$ /0,25 W, 2 % – TR 106 560/C
- $R_{107}$  – vrstvý odpor 160  $\Omega$ /0,25 W, 2 % – TR 106 160/C
- $R_{108}$  – vrstvý odpor 80  $\Omega$ /0,25 W, cejch. – TR 106 75
- $R_{109}$  – vrstvý odpor 10 k $\Omega$ /0,1 W – TR 112 10k
- $R_{110}$  – vrstvý odpor 68 k $\Omega$ /0,1 W – TR 112 68k



Obr. 56. Vrtání předního přístrojového čela (1) – pohled z vnitřní strany čela 1PA16915  
(V levém dolním detailu má být místo kóty 7 správně 10 a místo 20 správně 24)

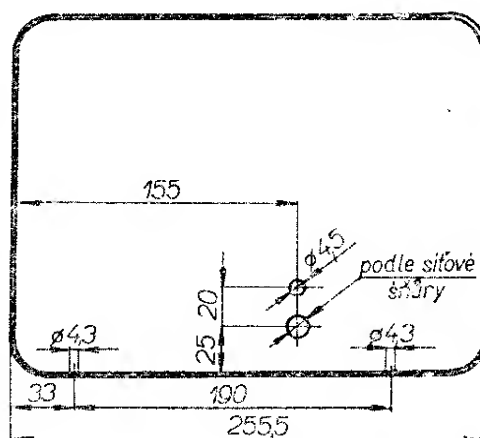
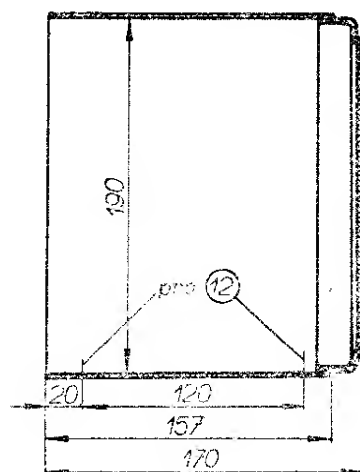
materiál: dural tl. 1mm



Obr. 57. Vrtání masky předního panelu (2)

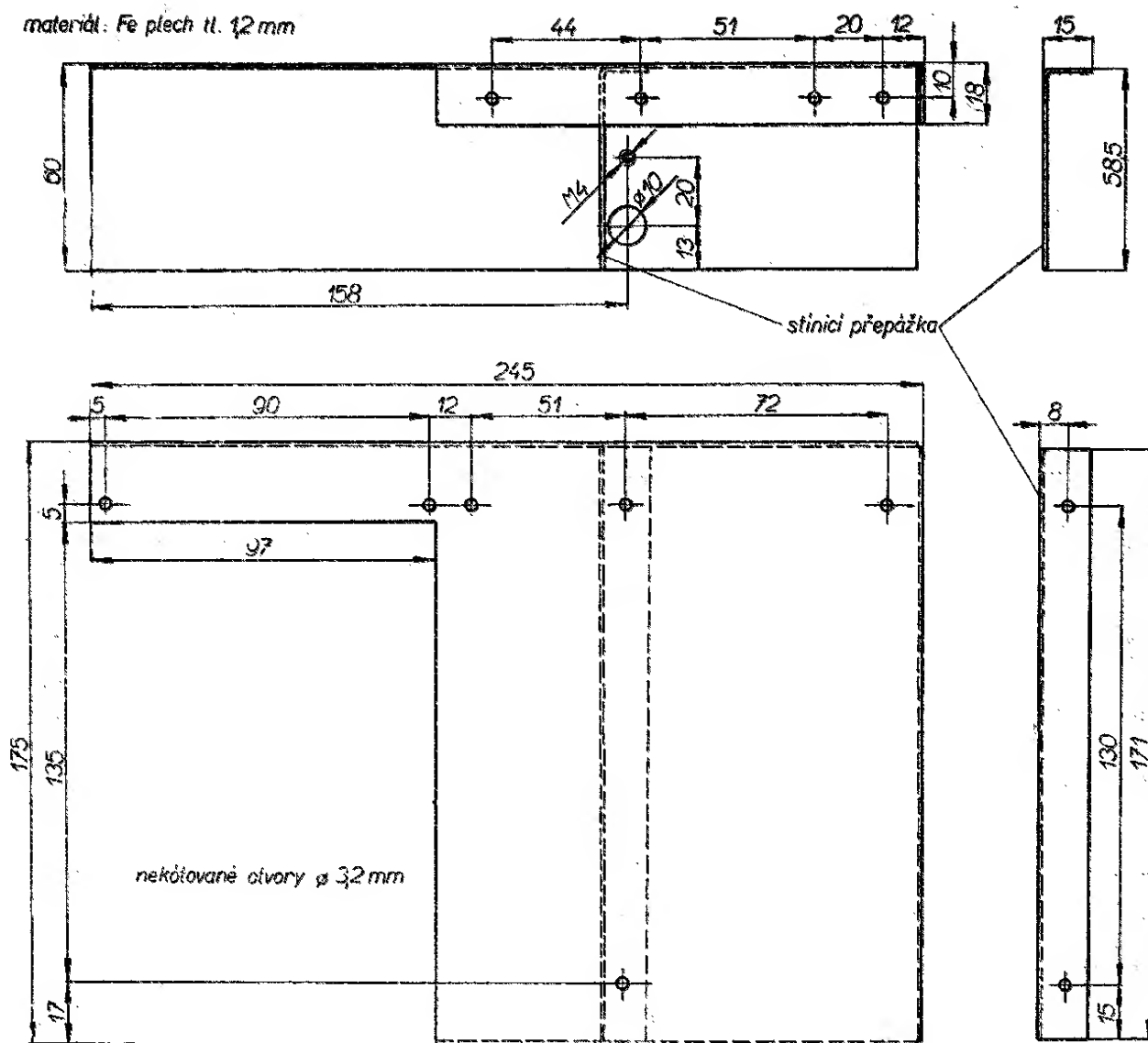
$R_{111}$  - vrstvý odpor 100 k $\Omega$ /0,1 W - TR 112 M1  
 $R_{112}$  - vrstvý odpor 27 k $\Omega$ /0,1 W - TR 112 27k  
 $R_{113}$  - vrstvý odpor 47 k $\Omega$ /0,1 W - TR 112 47k  
 $R_{114}$  - vrstvý odpor 6,8 k $\Omega$ /0,1 W - TR 112 6k8  
 $R_{115}$  - vrstvý odpor 1 k $\Omega$ /0,1 W - TR 112 1k  
 $R_{116}$  - vrstvý odpor 1 k $\Omega$ /0,1 W - TR 112 1k  
 $R_{117}$  - vrstvý potenciometr 250  $\Omega$ /0,25 W - TP 180 10E 250/N  
 $R_{118}$  - vrstvý potenciometr 100  $\Omega$ /0,25 W - TP 180 10E 100/N  
 $R_{119}$  - vrstvý odpor 2,2 k $\Omega$ /0,1 W - TR 112 2k2/A  
 $R_{120}$  - vrstvý odpor 15 k $\Omega$ /0,1 W - TR 112 15k/A  
 $R_{121}$  - vrstvý odpor 2,2 k $\Omega$ /0,1 W - TR 112 2k2/A  
 $R_{122}$  - vrstvý odpor 150 k $\Omega$ /0,1 W - TR 112 M15

$R_{123}$  - vrstvý odpor 3,3 k $\Omega$ /0,1 W - TR 112 3k3/A  
 $C_{101}$  - MP kondenzátor 330 nF/160 V - TC 181 M33  
 $C_{102}$  - keramický kondenzátor 100 nF/40 V - TK 750 M1  
 $C_{103}$  - elektrolytický kondenzátor 10  $\mu$ F/15 V - TC 943 10M  
 $C_{104}$  - elektrolytický kondenzátor 10  $\mu$ F/15 V - TC 943 10M  
 $C_{105}$  - elektrolytický kondenzátor 20  $\mu$ F/15 V - TC 943 20M  
 $C_{106}$  - elektrolytický kondenzátor 100  $\mu$ F/25 V - TC 964 100M  
 $C_{107}$  - polystyrénový kondenzátor 5,6 nF/100 V - TC 281 5k6



Obr. 58. Kryt přístroje (3)

materiál: Fe plech tl. 1,2 mm



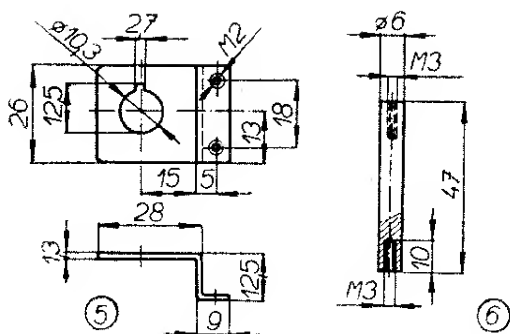
Obr. 59. Šasi přístroje (4)

- $C_{108}$  – polystyrénový kondenzátor 10 nF/100 V – TC 281 10k
- $C_{109}$  – polystyrénový kondenzátor 1,5 nF/100 V – TC 281 1k5
- $C_{110}$  – polystyrénový kondenzátor 5,6 nF/100 V – TC 281 5k6
- $C_{111}$  – polystyrénový kondenzátor 10 nF/100 V – TC 281 10k
- $C_{112}$  – polystyrénový kondenzátor 10 nF/100 V – TC 281 10k
- $C_{113}$  – elektrolytický kondenzátor 20  $\mu$ F/15 V – TC 943 20M
- $C_{114}$  – elektrolytický kondenzátor 50  $\mu$ F/6 V – TC 941 50M
- $C_{115}$  – elektrolytický kondenzátor 50  $\mu$ F/6 V – TC 941 50M
- $C_{116}$  – elektrolytický kondenzátor 10  $\mu$ F/15 V – TC 943 10M
- $C_{117}$  – elektrolytický kondenzátor 10  $\mu$ F/15 V – TC 943 10M
- $C_{118}$  – elektrolytický kondenzátor 10  $\mu$ F/15 V – TC 943 10M

- $L_{101}$  – 175 záv. drátu o  $\varnothing$  0,20 mm CuP, indukčnost 6,2 mH
- $L_{102}$  – 240 záv. drátu o  $\varnothing$  0,20 mm CuP, indukčnost 12,5 mH, feritové hrníčkové jádro o  $\varnothing$  18 mm, hmota H10
- $T_{101}$  až  $T_{104}$  – KF506
- $D_{101}$  a  $D_{102}$  – křemíková dioda KA501
- $D_{103}$  a  $D_{104}$  – germaniová dioda GA203
- $D_{105}$  – křemíková dioda KA501
- $Př_{101}$  a  $2 \times Př_{102}$  – tlačítkový přepínač Akcent
- $Př_{102}$  – řadič 1AK55801, upravený na osm poloh
- $M$  – měřicí přístroj DHR8, 50  $\mu$ A
- magnetofonový konektor
- přístrojový knoflík se šipkou

### Nastavení

Celkový odběr milivoltmetru ze zdroje 12 V je 4 mA  $\pm$  20 %; napětí uvedená



Obr. 60. Držák potenciometru (5) a rozpěrná tyč (6)

ve schématu byla měřena přístrojem DU10 (Avomet II); kladný pól zdroje je spojen se zemnicí fólií.

Nastavení milivoltmetru si rozdělíme na dvě části – nastavení citlivosti zesilovače a naladění filtru.

#### 1. Nastavení citlivosti zesilovače

Na vstup milivoltmetru přivedeme z generátoru RC napětí 10 mV o kmitočtu 1 kHz. Přepínač rozsahů je v poloze 10 mV, dolní propust je přepínačem  $Př_{103}$  vyřazena. Potenciometrem  $R_{117}$  (250) nastavíme plnou výchylku ručky měřidla  $M$ .

Přepínač  $Př_{103}$  přepneme do polohy „filtr zapnut“ a trimrem  $R_{118}$  (100) nastavíme opět plnou výchylku ručky měřidla  $M$ .

Přesným milivoltmetrem a generátorem RC ocechujeme stupnici při kmitočtu 1 kHz. Pokud se cejchování stupnice neshoduje na všech rozsazích, je třeba zkontrolovat přesnost dělení vstupního děliče  $R_{101}$  až  $R_{108}$ .

#### 2. Naladění filtru

Přepínač  $Př_{103}$  přepneme do polohy „filtr zapnut“ a na vstup milivoltmetru přivedeme signál 19 kHz z generátoru RC. Milivoltmetr je přepnut na rozsah 10 mV. Laděním cívek  $L_{101}$  a  $L_{102}$  nastavujeme plnou výchylku ručky měřidla (tj. 10 mV) pro vstupní napětí postupně se zvětšující až na 300 mV. To znamená, že pro stejnou výchylku měřidla je třeba vstupní signál 10 mV při kmitočtu 1 kHz a 300 mV při kmitočtu 19 kHz; útlum filtru na kmitočtu 19 kHz je více než 30 dB.

Po tomto nastavení nemá být útlum filtru pro kmitočet 15 kHz větší než

0,5 dB (proti referenčnímu kmitočtu 1 kHz).

Při nastavování je třeba si uvědomit, že efektivní vstupní napětí větší než 500 mV jsou omezována diodami  $D_{101}$ ,  $D_{102}$ .

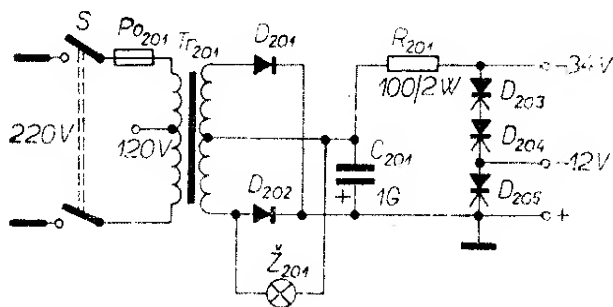
#### Mechanická sestava přístrojů

Obě části přístroje – stereofonní kodér a nízkofrekvenční milivoltmetr – jsou řešeny tak, aby tvořily samostatné funkční celky, které lze vestavět např. do modulové stavebnice apod. Lze tedy předpokládat celou řadu variant konstrukčního uspořádání i s vlastní zdrojovou částí. Protože ke správnému nastavení dekodéru nebo celého stereofonního přijímače potřebujeme oba přístroje, uvádíme ještě návrh na společné uspořádání i se zdrojovou částí.

Skříň přístroje (obr. 55) je složena ze dvou přístrojových čel 1PA16915, spojených pláštěm. Přístrojová čela vyrábí družstvo Rukov Rumburk a lze je koupit např. v prodejně Radioamatér v Žitné ulici v Praze.

Všechny hlavy šroubů, které k přednímu čelu (obr. 56) přichycují jednotlivé díly přístroje, jako je šasi (4), držák potenciometru (5), magnetofonový konektor, přepínač rozsahů milivoltmetru apod., jsou kryty maskou (2) – obr. 57. Označení jednotlivých ovládacích prvků je zřejmé z obr. 55, kryt je na obr. 58.

Na výkrese šasi přístroje (4) – obr. 59 jsou vyznačeny otvory pro upevnění desky s plošnými spoji nízkofrekvenčního milivoltmetru, krytu generátoru VKV (obr. 48) a rozpěrných tyček pro upevnění desky stereofonního kodéru. (Držák potenciometru a rozpěrná tyč jsou na obr.



Obr. 61. Schéma zapojení zdrojové části

60). Otvory pro upevnění součástí zdrojové části nejsou vyznačeny a závisí na použitých součástkách, především na síťovém transformátoru. Transformátor v každém případě umístíme pod kostru, aby jeho rozptylové pole nemohlo znemožnit funkci milivoltmetru nebo kodéru.

Na obr. 61 je schéma zapojení zdrojové části, vhodné pro popisovanou sestavu přístroje. Napětí dvoucestně usměrněné diodami  $D_{201}$ ,  $D_{202}$  je stabilizováno sériově zapojenými Zenerovými diodami  $D_{203}$  až  $D_{205}$ . Kontrolní žárovka  $\check{Z}_{201}$  je připojena na jednu polovinu sekundárního vinutí, síťový spínač  $S$  je spojen s regulátorem výstupního napětí stereofonního kodéru ( $R_{33}$  – lineární potenciometr 1 k $\Omega$  se spínačem a délkou hřídele 32 mm).

#### Rozpiska součástek zdrojové části

- $D_{201}, D_{202}$  – křemíková usměrňovací dioda KY702, 43NP75 apod. s přípustným efektivním napětím  $U \geq 40$  V,  $I_{AK} > 0,1$  A  
 $D_{203}, D_{205}$  – Zenerova dioda 12 V – 6NZ70  
 $D_{204}$  – Zenerova dioda 10 V – 5NZ70  
 $C_{201}$  – elektrolytický kondenzátor 1 000  $\mu$ F/50 V – TC 937 1G PVC  
 $R_{201}$  – tmelený odpor 100  $\Omega$ /2 W – TR 606 100  
 $\check{Z}_{201}$  – telefonní žárovka 48 V/0,05 A  
 $P_{201}$  – přístrojová pojistka 80 mA  
 $Tr_{201}$  – síťový transformátor, průřez jádra 20  $\times$  25 mm.  
 Primární vinutí: 2 250 záv. drátu o  $\varnothing$  0,18 mm CuP s odbočkou na 1 230. záv. pro 120 V.  
 Sekundární vinutí: 760 záv. drátu o  $\varnothing$  0,28 mm CuP s odbočkou na 380. záv.

#### Literatura

Borovička, J.: Tranzistorový stereofonní dekodér, AR 3/67, str. 83 až 86.

Český, M.: Televizní přijímací antény. Praha: SNTL 1961.

Hyan, T.: Stereofonie, Radiový konstruktér 2/66.

Mack, Z.: Dekodéry pro rozhlasovou stereofonii. Hudba a zvuk 8,9/67.

Mack, Z.: Generátor zakódovaného stereofonního signálu SC-A. ST 7/67, str. 247, 248.

Novotný, V.: Jednoduchý stereofonní dekodér. AR 10/65.

Prestin, U.: Praxis des Stereo-Decoder-Servise, Berlín 1965.

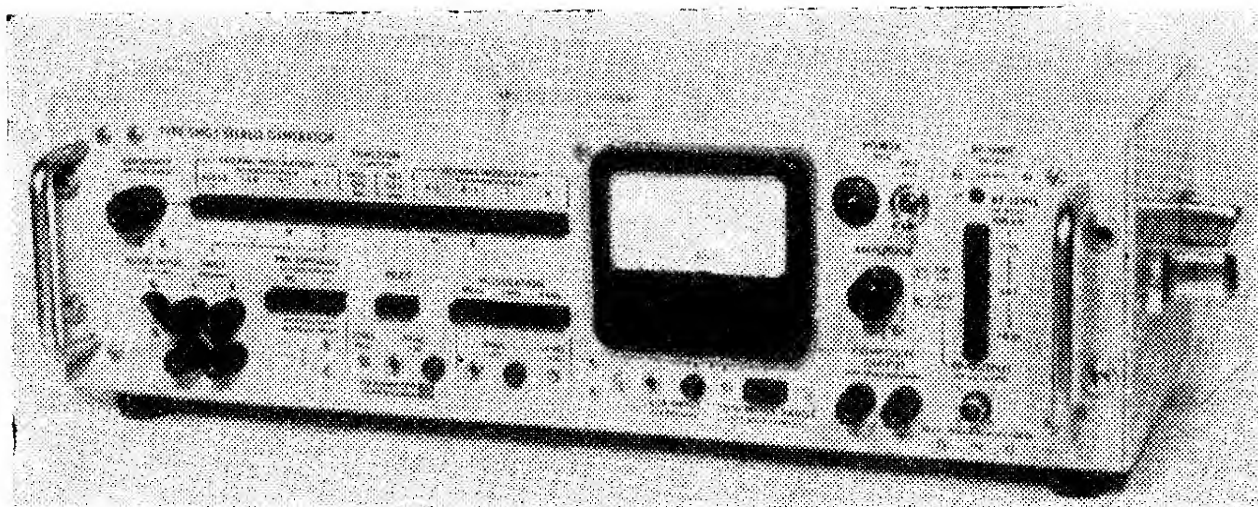
Schmalz, S.: Úprava Variace pro stereofonní provoz. AR 2/67, str. 45.

Schmalz, S.: Stereofonní dekodér pro úpravu Variace. AR 4/67, str. 113 až 115.

Sova, J.: Úprava čs. přijímačů pro příjem stereofonního vysílání na VKV. Hudba a zvuk 11, 12/67.

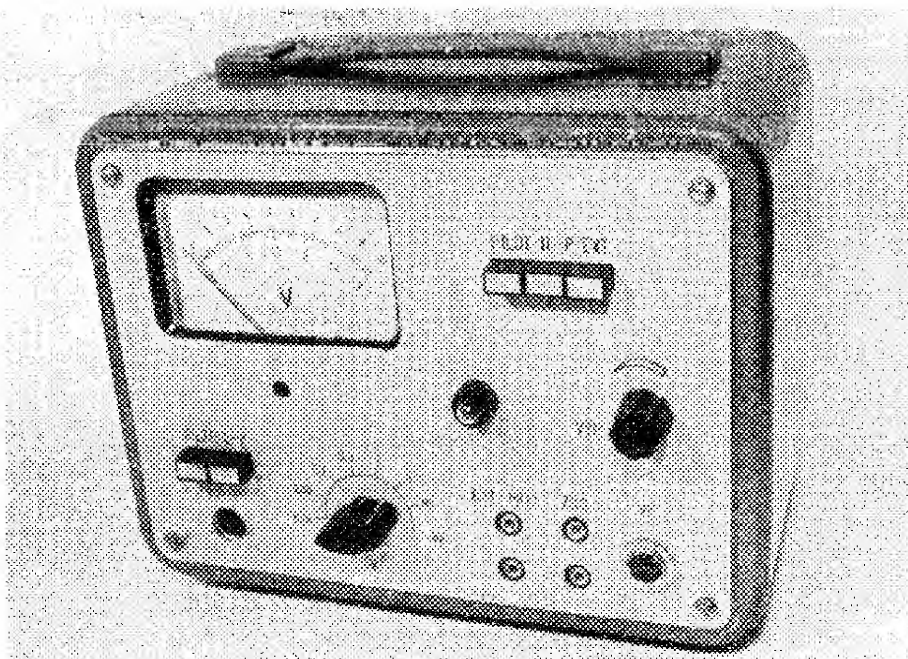
\* \* \*

Ke zpracování tohoto čísla Radiového konstruktéra byly se svolením SNTL Praha použity výňatky z rukopisu připravované knihy pro rok 1969 – Ing. K. Hodinár „Stereofonní rozhlas“.

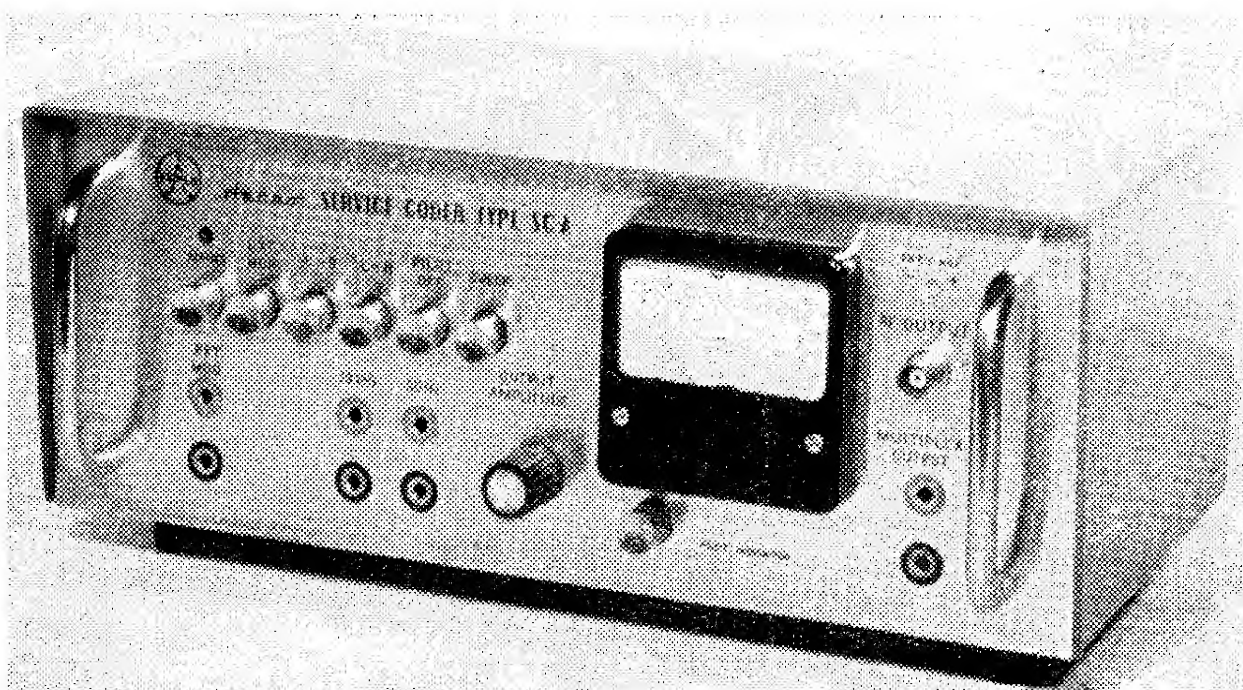


Stereofonní kodér SMG1 (výr. firma Radiometer, Dánsko)





*Amatérský stereo-  
fonní kodér a nízkofrekvenční milivolt-  
metr s filtrem*



*Stereofonní kodér SC-A, vyvinutý ve VÚST A. S. Popova v Praze*

**RADIOVÝ KONSTRUKTÉR** - vydává Vydavatelství časopisů MNO, n. p., Praha 1, Vladislavova 26, telefon 234355-7. ● Šéfredaktor ing. František Smolík, zástupce Lubomír Březina ● Redakce Praha 2, Lublaňská 57, tel. 223630 ● Redakční rada: K. Bartoš, ing. J. Čermák, K. Donát, ing. L. Hloušek, A. Hofhans, Z. Hradiský, ing. J. T. Hyan, K. Krbec, A. Lavante, K. Novák, ing. O. Petráček, dr. J. Petránek, K. Pytner, ing. J. Vackář, J. Ženíšek ● Ročně vyjde 6 čísel. Cena výtisku 3,50 Kčs, pololetní předplatné 10,50 Kčs, roční předplatné 21,- Kčs ● Rozšiřuje PNS, v jednotkách ozbrojených sil VČ MNO - administrace, Praha 1, Vladislavova 26. Objednávky přijímá každá pošta i doručovatel ● Objednávky do zahraničí vyřizuje PNS - vývoz tisku, Jindřišská 14, Praha 1 ● Dohledací pošta Praha 07 ● Tiskne Naše vojsko, závod 01 Na valech 1, Praha - Dejvice ● Za původnost příspěvků ručí autor. Redakce rukopis vrátí, bude-li vyžádání a bude-li připojena frankovaná obálka se zpětnou adresou. ● Toto číslo vyšlo 20. prosince 1968

© Vydavatelství časopisů MNO Praha

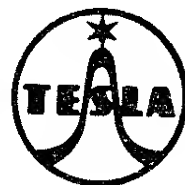
# TECHNICKÉ INFORMAČNÍ STŘEDISKO TESLA PRO AKTIVNÍ A PASIVNÍ SOUČÁSTKY

bezplatně poskytuje technicko-ekonomické informace zejména odborníkům a výzkumným nebo konstrukčním pracovníkům podniků, které používají součástky TESLA ve svých zařízeních. Základní technická dokumentace, přímé spojení s výzk. ústavu a podniky, zkušení pracovníci – to jsou důvody, proč se středisko stalo vyhledávaným místem odborníků. Nashledanou v Praze 1, Soukenická 18, tel. 629 94, denně od 8 do 14 hod. Informace si můžete vyžádat i písemně.

---

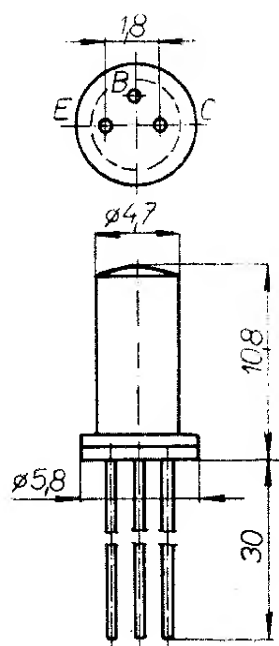
**TESLA**

DOBŘE VÝROBKY  
DOBŘE SLUŽBY

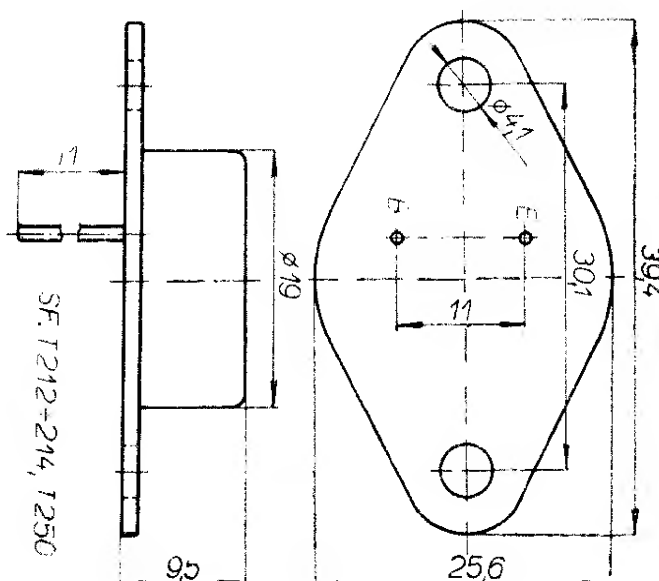


# Zvláštní nabídka tranzistorů z výroby BLR za výhodné ceny

Typ	Cena	$U_{CB \max}$ [V]	$I_{C \max}$ [mA]	$P_s \max$ [mW]	$f_a$ [MHz]	$h_{21e}$	
SF.T 306	13,—	—18	—100	150	3	28	p-n-p Ge
SF.T 307	14,—	—18	—100	150	7	40	p-n-p Ge
SF.T 308	17,—	—18	—100	150	13	70	p-n-p Ge
SF.T 317	12,50	—20	—10	150	40	100	p-n-p Ge
SF.T 319	12,50	—20	—10	150	30	100	p-n-p Ge
SF.T 321	9,—	—24	—250	200	1,3	30	p-n-p Ge
SF.T 322	11,—	—24	—250	200	1,6	50	p-n-p Ge
SF.T 323	13,—	—24	—250	200	2	85	p-n-p Ge
SF.T 351	7,50	—24	—150	200	1,2	30	p-n-p Ge
SF.T 352	8,—	—24	—150	200	1,6	57	p-n-p Ge
SF.T 353	10,—	—24	—150	200	2	92	p-n-p Ge
SF.T 212	31,—	—30	—3 000	30 W	0,2	40	p-n-p Ge
SF.T 213	33,—	—40	—3 000	45 W	0,2	40	p-n-p Ge
SF.T 214	40,—	—60	—3 000	45 W	0,2	40	p-n-p Ge
T 250	54,—	—80	—3 000	45 W	0,2	40	p-n-p Ge



SF.T 306-353



**RADIOAMATÉR** domácí potřeby Praha, prodejna č. 211-01  
v PRAZE 1, ŽITNÁ 7, telefon č. 228631

## ANKETA AR

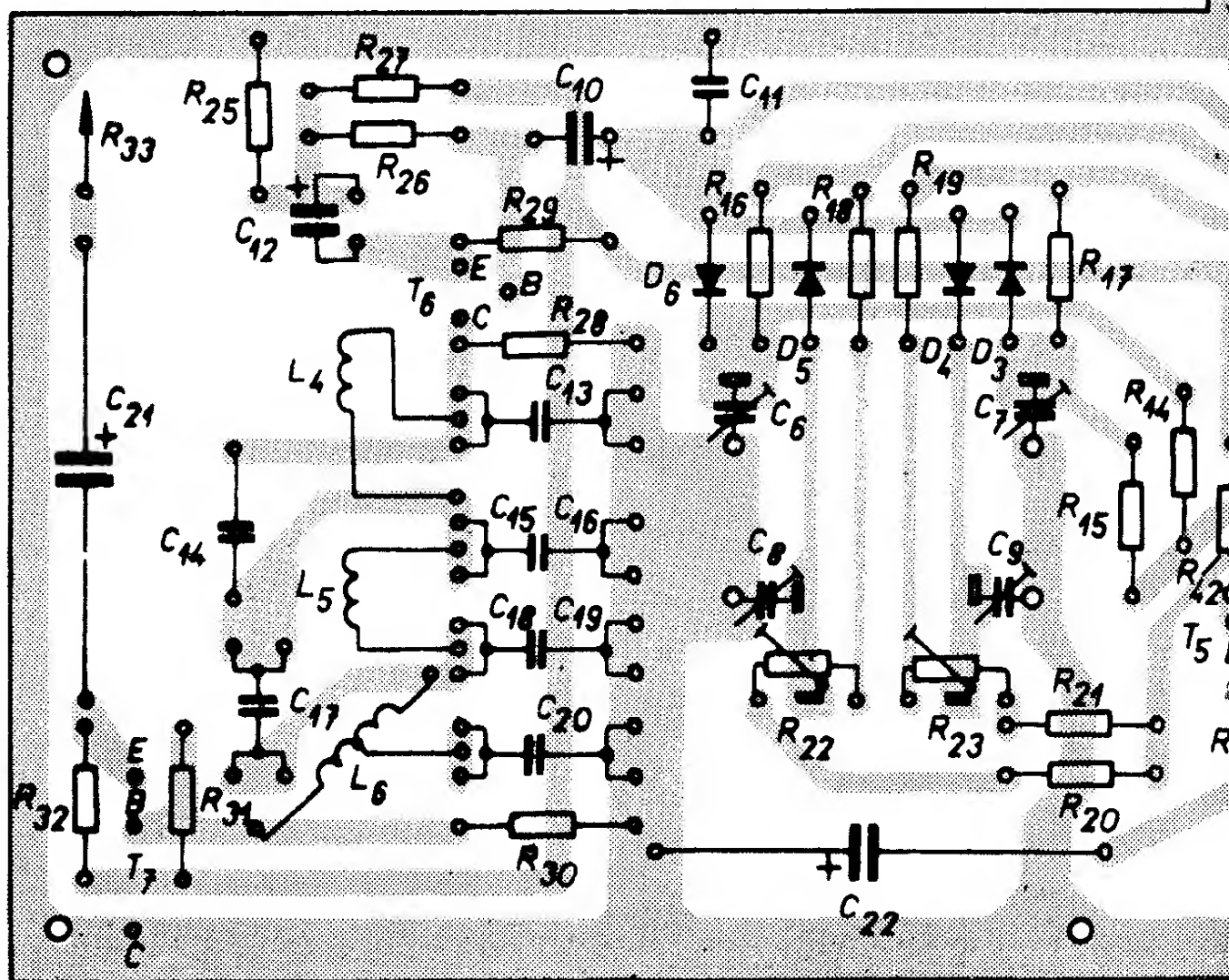
Upozorňujeme naše čtenáře, že redakce AR vyhlásila v 11. čísle ročníku 1968 velký konkurs čtenářů na nejlepší amatérské konstrukce, dotovaný množstvím hodnotných cen.

Podmínky a bližší údaje konkursu jsou v 11. čísle Amatérského radia 1968 na str. 404.

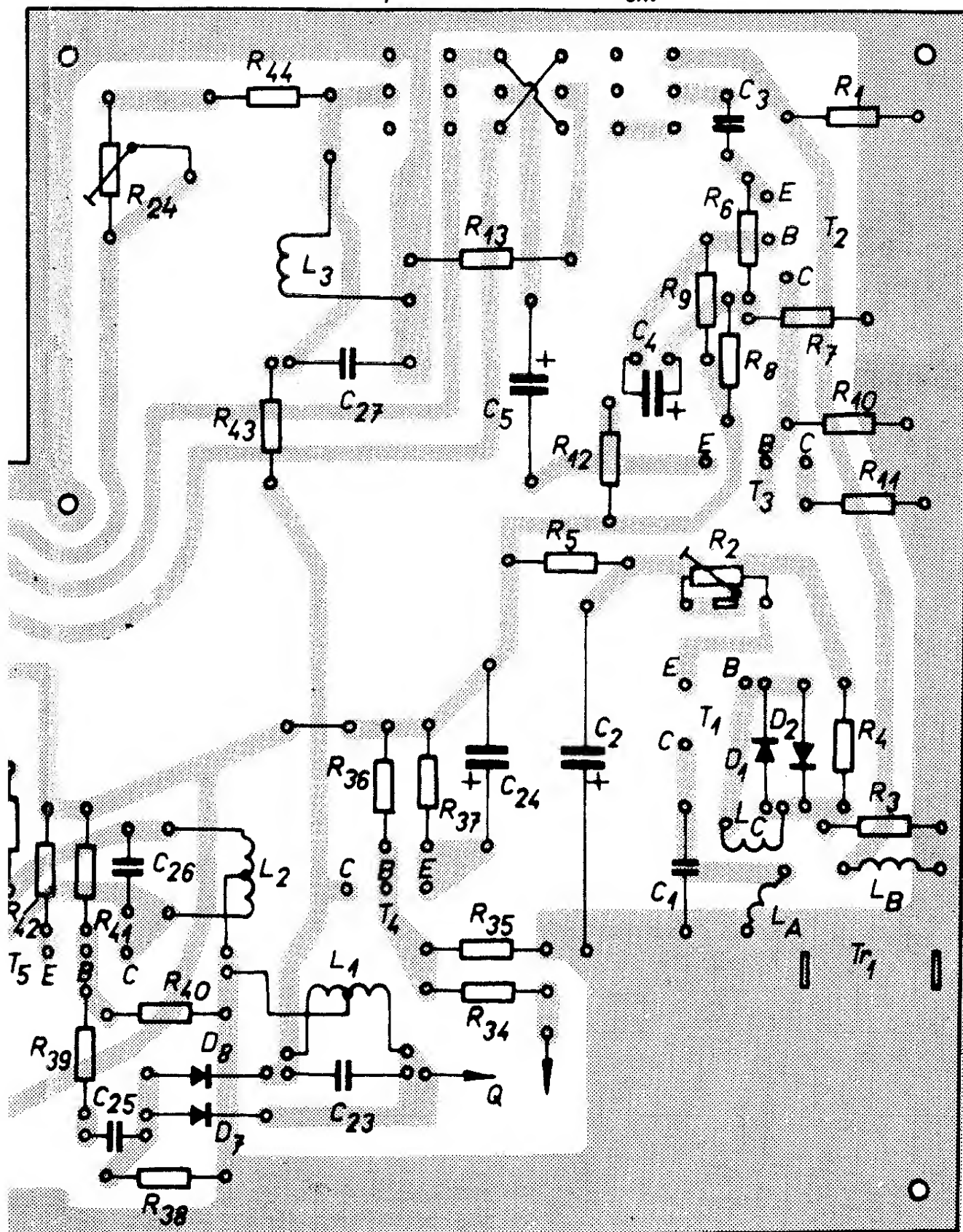
Zúčastníte se také?

Obr. 47. Obrazec plošných spojů a rozložení součástek stereofonního kodéru (pohled ze strany plošných spojů)

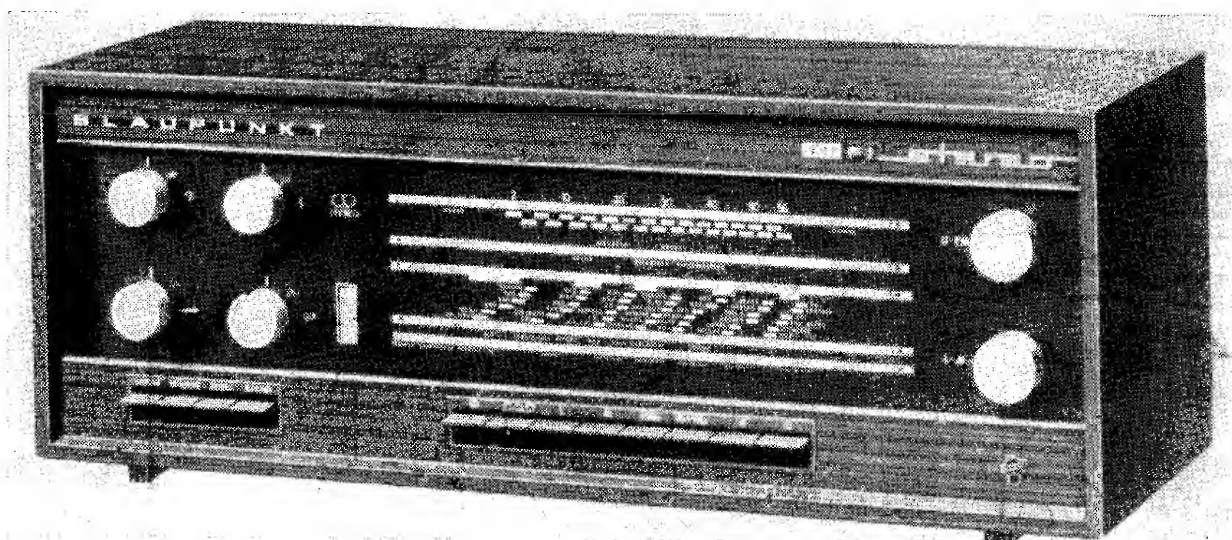
(Vývod ke krystalu má být označen X místo Q)



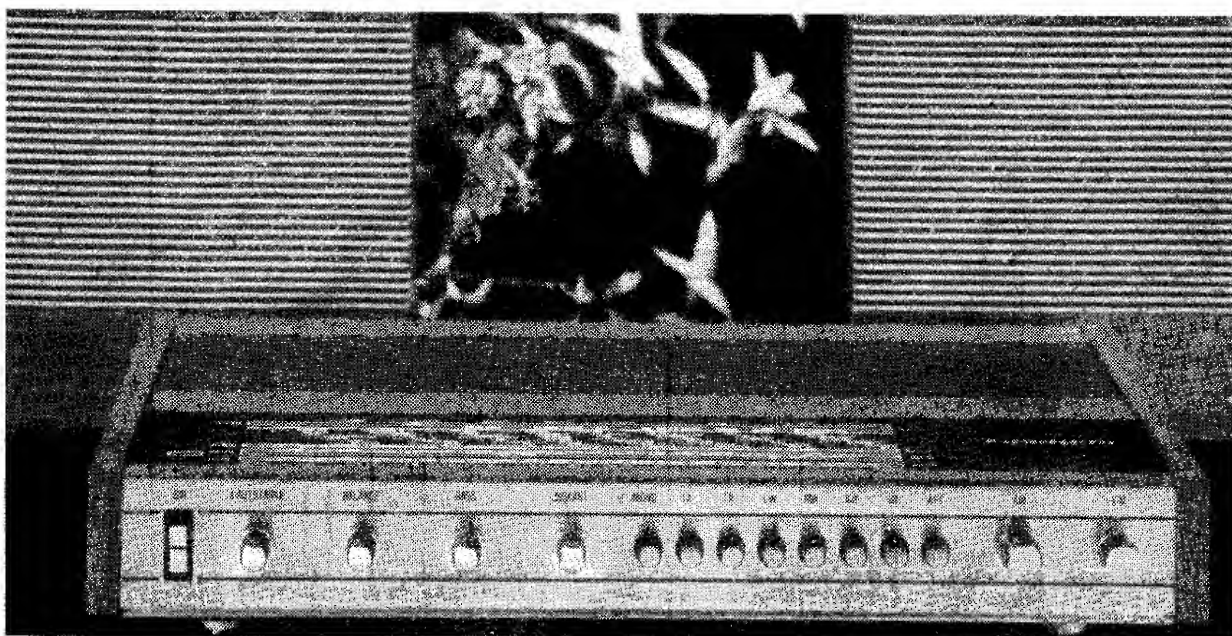
pilot  $L \rightarrow P$  ext



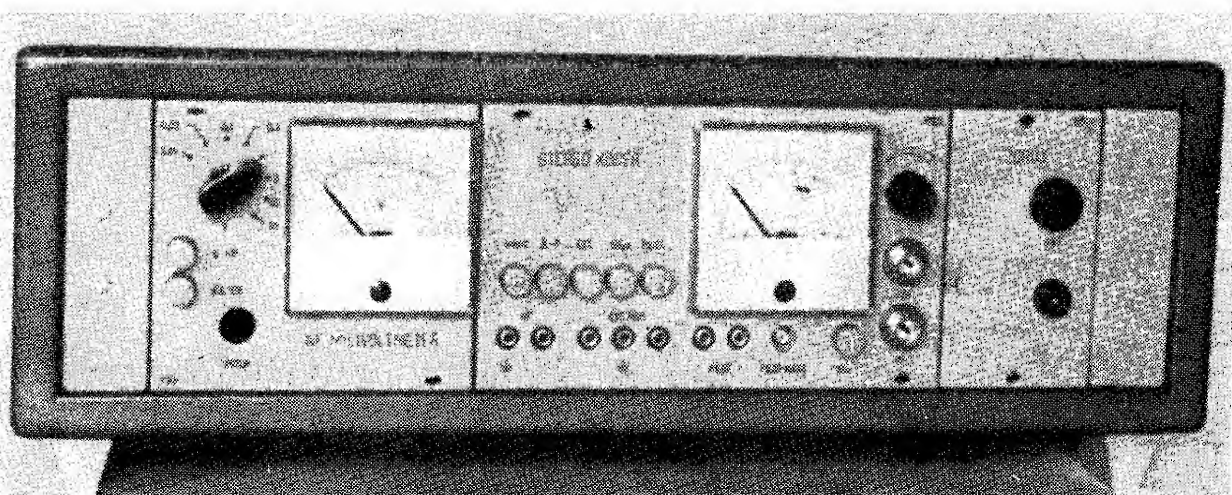




*Budicí stereofonní přijímač Blaupunkt Salerno*



*Moderní budicí stereofonní přijímač Schaub Lorenz „Stereo 4000“*



*Servisní stereofonní kodér Tesla MZ690U*